ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz
mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten
von landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen.

39. Jahrgang. **August/September 1929** Heft 8/9.

Originalabhandlungen.

Beiträge zur Kenntnis der Mosaikkrankheit der Familie der Papilionaceen.

Mit 12 Abbildungen.

Von Ludwig Merkel.

Einleitung.

Die Erforschung der pflanzlichen Viruskrankheiten, insbesondere der Mosaikkrankheit, hat bekanntlich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in Holland und Rußland eingesetzt. Neuerdings bringt man auch in Deutschland den Viruskrankheiten größere Beachtung entgegen, nachdem die Vereinigten Staaten von Nordamerika schon seit längerer Zeit vorbildlich auf diesem Gebiet vorangegangen sind. Unter der großen Zahl von vorwiegend in Amerika ausgeführten Arbeiten über pflanzliche Viruskrankheiten finden sich verhältnismäßig wenige über die Mosaikkrankheiten der Papilionaceen.

Die älteste ist die Arbeit von Taubenhaus (1914) über die Mosaikkrankheit von *Lathyrus odoratus* (sweet pea). Taubenhaus beschreibt das Krankheitsbild, weist auf die damals schon allgemein bekannte Mosaikkrankheit des Tabaks hin und stellt auch schon Übertragungsversuche innerhalb der Art *Lathyrus* an. Eine kurze Abhandlung von Mc Clintock über das Mosaik der Lima-Bohne (*Phas. lunatus*) erschien 1917. Nun folgten rasch hintereinander Publikationen von Reddick und von Stewart und Reddick (1917—1922) über die Mosaikkrankheit bei *Phaseolus*-Arten, die sich in der Hauptsache auf Angaben über die Samenübertragbarkeit, die Sortenempfänglichkeit sowie die Wärmeresistenz des Virus beschränken. Die Mosaikkrankheiten verschiedener Kleearten beschrieben Mc Larty (1920) und Elliott (1921), die von der Soja-Bohne (*Soja maximus*) Gardner und Kendrick (1921).

Alle diese Arbeiten berichten über Infektionsversuche mittels Insekten oder Preßsaft, sowie über Kreuzinfektionen von einer Art

auf die andere. In der Angaben über die Mosaikkrankheit sehr zahlreicher Pflanzen enthaltenden Arbeit von Dickson (1921—22) finden sich auch Untersuchungen an mosaikkranken Papilionaceen, vor allem Übertragungsversuche und histologische Daten. Matsumoto veröffentlichte 1922 Versuche an der Azuki-Bohne (*Phas. radiatus*), 1925 erschien eine Arbeit von Doolittle und Jones über die Mosaikkrankheit der Gartenerbse und der wohlriechenden Wicke (*Pisum sativum* und *Lathyrus odoratus*). Die erste ausführliche monographische Bearbeitung eines Vertreters der Papilionaceen ist die aus dem Bonner Institut für Pflanzenkrankheiten hervorgegangene Arbeit von Böning (1927) über das Mosaik der Ackerbohne (*Vicia faba* L.). Zur selben Zeit erschien eine Publikation von Schaffnit über „Panaschierung und Mosaikkrankheit", in der auch einiges Grundsätzliche über Papilionaceen gesagt ist. Schließlich soll noch eine erst in jüngster Zeit (1928) bekannt gewordene Abhandlung von Fajardo über das Bohnenmosaik (*Phaseolus*) genannt werden. Von diesen hier zitierten Arbeiten wird weiter unten noch ausführlich die Rede sein.

Die eigenen Untersuchungen beziehen sich auf Mosaikkrankheiten folgender Vertreter der Papilionaceen: *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Lathyrus odoratus*, *Vicia faba*, *Trifolium*-, *Medicago*- und *Melilotus*-Arten, *Anthyllis vulneraria* und schließlich auf *Lupinus luteus* als in der Literatur über Mosaikerkrankungen bisher unbekannte Versuchspflanze.

Die vorliegende Arbeit liefert einen Beitrag zu den Untersuchungen über pflanzliche Virus-Krankheiten, die unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Schaffnit im Institut für Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf seit einigen Jahren im Gange und zum Teil schon publiziert sind. Sie behandelt die Mosaikkrankheit der wichtigsten Vertreter der Papilionaceen.

Das Krankheitsbild.

Wenn im folgenden bei den einzelnen Pflanzen mehrere Krankheitstypen unterschieden werden, so soll damit nicht gesagt sein, daß diese sich gegeneinander scharf abgrenzen lassen oder daß es sich gar um ursächlich verschiedene Krankheitsformen handelt. Die eigenen Beobachtungen wie die Angaben anderer Autoren (Dickson, Schaffnit und Böning) legen vielmehr den Schluß nahe, daß je nach der Konstitution der infizierten Pflanze, je nach den den Wuchs der Pflanze bestimmenden Umweltfaktoren, je nach dem Zeitpunkt der Infektion und der Jahreszeit die Krankheitsbilder ein verschiedenes Gepräge zeigen und ineinander übergehen können. Indeß müssen die verschiedenen Formen naturgemäß einzeln für sich charakterisiert werden.

Bei der erforderlichen ausführlichen Darstellung der verschiedenen Krankheitsbilder und -formen der einzelnen Papilionaceen werden z. T. Wiederholungen nicht ganz zu vermeiden sein. Eine tabellarische Übersicht (s. S. 320), in der die verschiedenen Mosaikformen der Papilionaceen nach einheitlichen Gesichtspunkten zusammengestellt sind, hat den Zweck, dem Leser einen orientierenden Überblick zu geben.

Das Mosaik von *Vicia faba* (Literatur: Reddick und Stewart (26—28), Elliott (13), Dickson (9) und Böning (3) ist bereits so eingehend behandelt worden, daß hier auf die Originalarbeit Bönings verwiesen werden kann. Es sind hier, je nach der Ausprägung der Mosaikstruktur, im Prinzip zwei Typen zu unterscheiden: Marmormosaik und Nervenmosaik. Im ersteren Falle sind gesunde Gewebepartien vorwiegend längs der Haupt- und wichtigsten Nebennerven vorhanden, sie folgen ihnen jedoch nicht auf ihrem ganzen Verlauf, sondern nur streckenweise. Dazwischen liegen die blaßgrünen kranken Areale. Das Nervenmosaik ist dahin charakterisiert, daß die erkrankten Blattpartien gerade der Nervatur längs laufen, während die Interkostalfelder meist gesund bleiben. Die zweite Mosaikform bildet also geradezu das Negativ zur ersten Form. Eine dritte Form, das Kräuselmosaik, besteht neben verschiedenartiger Zeichnung in unregelmäßiger Wellung und Rollung der Blattfläche.

1. Phaseolus vulgaris.

Literatur: Mc Clintock (23), Reddick und Stewart (26 bis 29, 33), Dickson (9), Matsumoto (21).

Die folgenden Krankheitsbilder wurden z. T. an 60 bis 80 *Phaseolus*-Sorten im Freilande beobachtet, zum anderen Teil an Pflanzen, die im Gewächshaus zu Versuchszwecken herangezogen wurden.

a) Abnorme Zeichnung und Färbung.

Die bei *Phaseolus vulgaris* vorherrschende Mosaikform ist die Marmorierung. Die gesunden, dunkelgrünen Stellen verlaufen hier in der Hauptsache entlang der Blattnervatur, die kranken heller grünen Stellen liegen in den Interkostalfeldern. Nervenmosaik kommt bei *Phaseolus* nicht vor. Eine weitere Form soll als Sprenkelmosaik bezeichnet werden. Hier erscheint das Blatt unregelmäßig gesprenkelt, die Anordnung der Flecken hängt nicht von dem Verlauf der Blattnerven ab.

Eine dritte Form — das Pockenmosaik — soll davon unterschieden werden, weil sie bei der Buschbohne charakteristisch und sehr auffällig ist. Pockenmosaikkranke Blätter zeigen auf hellem Blattgrund satt dunkelgrüne Aufwölbungen verschiedenen Umfanges, die

gegen den hellgrünen Grund scharf abgegrenzt sind und sich in Ausdehnung und Lage nicht nach der Blattnervatur richten.

Die 3 genannten Formen sind in Tabelle I im Schema nebeneinander gestellt und sind im einzelnen außerordentlich variabel.

Tabelle I: Schematische Übersicht über die bei *Phaseolus* vorkommenden Zeichnungstypen.

	Verteilung und Begrenzung der Blattareale.	Sprenkelmosaik	Marmormosaik	Pockenmosaik
1.	kranke > als gesunde	+	+	+
2.	kranke = gesunde	+	+	+
3.	kranke < als gesunde	+	+	−
a	scharf begrenzt	+	+	+
b	unscharf begrenzt	+	+	—

Zunächst zeigen sich Verschiedenheiten in der Abgrenzung der dunkelgrünen und hellgrünen Areale. Nur beim Pockenmosaik ist, wie die Abb. 1 und 2 zeigen, die gegenseitige Abgrenzung stets gleich



Abb. 1a. *Phaseolus vulgaris* (jung. Bl., verkl.) „Pockenmosaik 1".



Abb. 1b. *Phas. vulg.* (jung. Bl., verkl.) „Pockenmosaik 2".

scharf. Beim Sprenkelmosaik wie beim Marmormosaik dagegen können wir solche Fälle, in denen die Abgrenzung völlig scharf ist, von anderen unterscheiden, in denen die hellgrünen Flächen mehr oder weniger unscharf begrenzt in die dunkelgrünen übergehen. Die Grenzfälle, ganz scharfe Kontur und ganz unscharfe Kontur, sollen mit den Buchstaben a bezw. b bezeichnet werden, so daß also z. B. Marmormosaik a ein Krankheitsbild bedeuten soll, bei dem dunkelgrüne, längs der Blattnerven verlaufende Flächen scharf von den hellgrünen Interkostalfeldern abgesetzt sind.

Ferner kann man noch einen Unterschied, je nach dem Größenverhältnis der hellgrünen kranken und der dunkelgrünen gesunden Areale



Abb. 2a. *Phas. vulg.* (älteres Bl., verkl.) „Pockenmosaik 2—3" (Durchsicht). Nach Schaffnit.



Abb. 2b. *Phas. vulg.* (älter. Bl., verkl.) „Pockenmosaik 3a" (Aufsicht). Nach Schaffnit.

machen. Es sollen kranke Blätter, bei denen die kranken Blattareale deutlich die gesunden überwiegen, mit der Zahl 1 bezeichnet werden, solche, bei denen kranke und gesunde annähernd gleich sind, mit der Zahl 2, und solche, bei denen deutlich die kranken Stellen kleiner sind als die gesunden, mit der Zahl 3. Es ist also beispielsweise ein sprenkelmosaikkrankes Blatt, wie es Abb. 3 darstellt, mit der Bezeichnung „Sprenkelmosaik 3a" zu versehen, weil die hellgrünen Flecken scharf begrenzt und den dunkelgrünen gegenüber verhältnismäßig klein sind. Sämtliche genannten Bezeichnungen, mit denen sich alle im Gefolge einer Mosaikinfektion auftretenden abnormen Zeichnungen und Färbungen erfassen lassen, sind in Tabelle I übersichtlich zusammengestellt.

Es ist selbstverständlich, daß die dort verzeichneten Fälle nur Grenzfälle darstellen und daß Übergänge zwischen den einzelnen Formen sehr häufig sind. Aber auch solche Übergänge lassen sich benennen. Wenn bei Marmormosaik die Konturen z. B. nicht völlig scharf, aber auch nicht völlig verwaschen sind, wird man zu der Bezeichnung „Marmormosaik a—b" kommen.

In der Literatur finden wir verhältnismäßig wenige Angaben über eine abnorme Zeichnung und Färbung der von der Mosaikkrankheit



Abb. 3. *Phas. vulg.* (Blatt, verkl.) „Sprenkelmosaik 3a".



Abb. 4. *Phas. vulg.* (Blatt, verkl.) „Marmormosaik 2a". Nach Schaffnit.

befallenen *Phaseolus*-Blätter. Das von Stewart und Reddick (26) wiedergegebene Krankheitsbild, nämlich unregelmäßig ausgezackte Stellen, welche tief grün aus dem umgebenden gelblich-grünen Gewebe hervortreten, dürfte im wesentlichen etwa das Bild des „Sprenkelmosaiks 2" treffen. Matsumoto (21) spricht in seiner Arbeit über das Mosaik der Azuki-Bohnen (*Phas. radiatus aurea*) von einer hellen Fleckung an jungen Blättchen. Er berichtet weiter, daß die dunkelgrünen Teile leicht erhaben sind über die hellgrünen Teile, und nennt dies eine Art „puffy-Erscheinung" (Blasen-Erscheinung). Meistens sollen die dunkelgrünen Stellen vorherrschend sein. Der Autor vergleicht solche zuweilen auftretenden Bilder mit Landkarten. Auch dieses Bild entspricht wohl dem „Sprenkelmosaik 3".

Dickson (9) beschreibt in seiner zusammenfassenden Bearbeitung der Krankheitsbilder auch die an Papilionaceen beobachteten Erscheinungen. Er bezeichnet das „mottling" (Buntscheckigkeit), bei dem sich licht- und dunkelgrüne Flecken, deren Größe und Unterbringung auf der Blattoberfläche beträchtlich variiert, zeigen, als ein typisches

Mosaikkrankheitsanzeichen, besonders für verschiedene Leguminosen (*Phas.*). Einmal können diese Flecken schmal, eckig und klein, ein anderes Mal breit, weniger eckig und zahlreich sein. Auch diese Zeichnung entspricht offenbar dem Sprenkelmosaik.

b) Abnorme Formen.

aa) Blatt.

Das Marmormosaik ist weder mit einer Veränderung in der Form des Blattumrisses noch mit einer Kräuselung der Blattfläche verbunden (Abb. 4). Auch bei dem Auftreten von Sprenkelmosaik pflegt sich der Blattumriß nicht erheblich zu ändern, jedoch ist hiermit ähnlich, wie beim Marmormosaik der Ackerbohne, die häufigere Erscheinung mehr oder weniger deutlicher Kräuselung der Blattfläche verknüpft.

Die auffallendsten Formveränderungen finden sich beim Pockenmosaik. Die stärker wachsenden, scharf begrenzten gesunden Stellen wölben sich hier aus der Blattfläche heraus und verändern, wenn sie in der Nähe des Blattrandes liegen, auch die Form des Umrisses erheblich. So können auffallend unsymmetrisch gebaute Blätter entstehen (Abb. 5b), oder es kann zur Bildung von Lanzettblättern kommen. Auch hier gibt es natürlich zahlreiche Übergänge von solchen Blättern, die zwar Pockenmosaik zeigen, aber doch den Habitus des Bohnenblattes beibehalten haben, zu vollständig verkräuselten und verkrüppelten oder zu den spindelartig zusammengerollten Blättern (Abb. 5 a).



Abb. 5a.
Phas. vulg.
„Spindelwuchs“
(verkl.)



Abb. 5b.
Phas. vulg.
Mißbildung eines Blattes (verkl.)

bb) Blüten und Früchte.

Eine Verzerrung ohne Fleckfärbung bei den Blüten von *Phaseolus* hat Dickson (9) festgestellt. Auch erwähnt er einen frühzeitigen, übermäßigen Blütenabfall, der naturgemäß einen ziemlich bedeutenden Ertragsausfall zur Folge hat. Ferner beobachtete er eine Fleckfärbung an den Hülsen von *Vicia faba* und führt auch eine gelegentlich auftretende Verzerrung und Verzwergung der Früchte von einigen *Phaseolus*-Arten und solchen von Soja-Bohnen auf ein Mosaikvirus zurück.

Solche Erscheinungen spielen indessen, wie eigene Beobachtungen zeigten, eine untergeordnete Rolle.

cc) Stengel.

Mosaikkranke Bohnenpflanzen bleiben naturgemäß im Wachstum zurück und machen gesunden Pflanzen gegenüber einen verkümmerten Eindruck. Dickson (9) betont, daß von Natur aus gewisse Außenbedingungen die Farbe in den Stengeln verursachen bezw. verändern, daß jedoch bei mosaikkranken Pflanzen ganz allgemein das hellere Grün vorherrschend ist. Es sollen auch Verkürzung und Verkrüppelung der Stengel nach Angaben Dicksons (9) für die Mosaikkrankheit von Bohnen und anderen später zu besprechenden Leguminosen bezeichnend sein. Dasselbe berichten Gardner und Kendrick (16) auf Grund ihrer Beobachtungen an der Soja-Bohne. Irgendwelche krebsartigen Veränderungen der Stengel sind im Zusammenhang mit der Mosaikerkrankung der Leguminosen, soweit bekannt ist, nirgends beobachtet worden.

dd) Wurzeln.

Auch an den Wurzeln mosaikkranker Pflanzen, speziell von Leguminosen, konnten bis jetzt noch keine spezifischen Mosaiksymptome festgestellt werden. Nur Entwicklungshemmungen am Wurzelsystem sind nach Dickson und zwar in Verbindung mit dem Rückgang der oberirdischen Pflanzenteile zu verzeichnen.

c) Auftreten abnormer Erscheinungen im Verlaufe der Krankheit.

In den meisten Fällen erscheint als erstes Krankheitssymptom ein schwach angedeutetes Sprenkelmosaik, das etwa nach dem aufgestellten Schema mit 2 b bezeichnet werden könnte. Dies Bild pflegt bereits auf dem ersten Blätterpaar (Sameninfektion) sich durch eben sichtbare (je nach Beleuchtung) dunklere Partien darzustellen, die unregelmäßig in Form und Lage auf der Blattoberfläche zerstreut sind. An den Kotyledonen konnte kein Unterschied zwischen gesundem und bereits krankem Saatgut festgestellt werden. Die dem ersten Blätterpaar folgenden Blätter lassen den Befallsgrad der betreffenden Pflanze erkennen. Entweder zeigen diese und alle später zur Entwicklung kommenden Blättchen keinerlei Krankheitsanzeichen mehr und die Pflanze erscheint gesundet. In anderen Fällen entfalten sich die jüngsten Blättchen normal und lassen erst nach einiger Zeit ein schwach angedeutetes Sprenkel- und Marmormosaik in Erscheinung treten. Das Sprenkelmosaik kann insofern eine äußerliche Veränderung des Blattes bewirken, als es infolge schnellen Wachstums und daher ungleichmäßiger Entwicklung der hellen und dunklen Blattpartien zu leichtem Kräuseln führt und damit ein frühes Absterben des Blattes bewirkt.

Läßt sich jedoch an den dem ersten Blätterpaar folgenden Blättchen bereits bei der Entfaltung eine leichte Drehung oder gar die Neigung

zu spindelartigem Wuchs erkennen, so kann man meistens bei weiterer Entwicklung dieser Blättchen einige dunkelgrüne Pünktchen und Flächen wahllos auf mattgrünem Blattgrund zerstreut liegend feststellen. Diese führen dann gewöhnlich bei normalem und besonders bei schnellem Wachstum zum Auftreten einer Wuchsform, die oben Pockenmosaik genannt wurde. Bei weiterer Entwicklung der gesunden Blattareale kann auch diese Mosaikform in die des Kräuselmosaiks übergehen. Denn infolge ungleichmäßiger Entfaltung des Blattes, die dadurch hervorgerufen wird, daß die Lebenstätigkeit der kranken Blattpartien gehemmt ist, die gesunden dagegen normal weiter assimilieren, kommt es zu einer Wellung und schließlich zu einer Kräuselung des Blattes. Dickson (9) spricht hier von wirsingkohlartigen Veränderungen der Blätter. „Die Inseln von dunkelgrüner Farbe auf hellgrünem Blattgrund sind hypertrophiert und geben dem Blatt eine verdrehte, blasige Gestalt (s. Abb. 5 a). Bei diesen blasigen Auftreibungen, deren Hauptkrankheitsanzeichen entweder am Rande liegen oder aber von der Mitte zum Rande verlaufen, kann weiterhin die Richtung der Blattnerven derart abgeändert werden, daß sie gegen die Spitze des Blattes hin zusammenlaufen und damit die Gestalt des Blattes vollständig verändern. Die teilweise auftretende Verzerrung der Leitungsbahnen hemmt die Pflanze in ihrer natürlichen Lebenstätigkeit und ruft zwerghaften Gesamthabitus hervor" (Dickson (9)). Alle derartig ausgeprägte Befallsbilder zeigenden Blätter sterben auch früher ab als gesunde, und zwar sind es die kranken Blattareale, die stets eher Nekroseerscheinungen aufweisen als die gesunden. Teilweise ließ sich auch bei diesen Blättern eine Art von Gesundung beobachten, die darin zum Ausdruck kam, daß die dunkelgrünen Stellen ihre Lebensfunktionen weiter ausführten und sich, sofern das Gewebe noch wachstumsfähig war, weit aus der Blattoberfläche vorwölbten, während die kranken Stellen zum Teil zusammengesunken und schon gänzlich abgestorben waren. Hierdurch trat neben einer Verzerrung auch ein Zerreißen des Blattes ein. Je älter ein solches Blatt wurde, desto härter und spröder und zerbrechlicher erwies sich das Gewebe. Die Abbildung 2 a gibt in der Durchsicht ein besonders gutes Beispiel hierfür. Man vergleiche in dieser Abbildung die stark zusammengeschrumpften, langgezogenen, schmalen Blattareale des hypoplasierten Gewebes, welche zwischen den Blattäderchen liegen, mit dem angrenzenden gesunden, hypertrophierten Blattgewebe!

d) Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion.

Der Verlauf des Krankheitsbildes hängt natürlich in erster Linie von dem Zeitpunkt der Infektion ab. Enthält eine Pflanze, wie oben angenommen, bereits im Samen den Infektionsstoff, treten also die ersten Krankheitsanzeichen bereits am ersten Blätterpaar auf, so ist naturgemäß

eine viel breitere Basis für die Auswirkung der Krankheit geschaffen, als wenn eine Infektion im letzten Lebensstadium der Pflanze erfolgt. So konnte beobachtet werden, daß, abgesehen von teilweise bei dem Befallsgrad mitsprechenden Umweltfaktoren, gerade die früh infizierten Pflanzen die krassesten Krankheitsformen zeigten. Fertig gebildete gesunde Blätter, die dagegen vor oder während einer Infektion von der Pflanze entwickelt waren, erkrankten nicht mehr. Die ersten Krankheitssymptome zeigten sich vielmehr an eben sich entfaltenden Blättchen mehr oder weniger stark. Nach den Beobachtungen von Reddick und Stewart (26) treten die ersten Anzeichen an Blättern auf, die sich zur Blütezeit entfalten. Vorher entwickelte Blätter bleiben gesund. Dickson (9) schreibt jene abnormen wirsingkohlartigen Veränderungen der Blätter einer Infektion im frühesten Jugendstadium des Blattes zu. Auch für die oben erwähnten Verzerrungen und Verzwergungen zieht Dickson als Ursache besonders heftige und schwere, auf die betreffende Pflanze in einem hierfür äußerst empfänglichen Stadium einwirkende Infektionen heran.

e) Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Wie jede Lebenserscheinung wird auch das Auftreten der Mosaiksymptome von den Umweltfaktoren weitgehend beeinflußt. Daß die jeweiligen Lebensverhältnisse einer von der Mosaikkrankheit infizierten Pflanze für die Aufnahme, die Ausbreitung und das Sichtbarwerden der Krankheit maßgebend ist, erhellt ohne weiteres daraus, daß Pflanzen der gleichen Art und Sorte niemals die gleichen Befallsbilder wie die im Freiland angebauten Pflanzen aufwiesen, sobald sie unter Gazehauben im Gewächshaus herangezogen und infiziert wurden, obgleich der Infektionsstoff aus dem Freiland gewonnen war. Geiler Wuchs läßt niemals die Krankheitssymptome in Erscheinung treten. Erst nachdem die betreffenden Pflanzen ins Freie gebracht waren, konnten dort nach kurzer Zeit Krankheitssymptome festgestellt werden. Ein Beispiel hierfür: Im Verlaufe von Mosaikübertragungsversuchen vermittels Blattläusen (unter Gazehauben im Gewächshaus) im Hochsommer 1928 wurden vor Beginn der plötzlich auftretenden Hitzewelle einige Mosaiksymptome an *Phaseolus*-Blättchen bemerkt. Während der Tage, an denen eine Temperatur bis zu 34° C im Schatten verzeichnet werden konnte, verschwanden diese vollständig. Die Pflanzen wurden ins Freie gebracht, und es ließen sich jetzt, nachdem die Außentemperatur auf durchschnittlich 18—20° nach etwa 8 Tagen gesunken war, an den älteren Blättern schwache, an den jüngsten Blättchen deutliche Krankheitssymptome erkennen. Dies war eine nochmalige Bestätigung dessen, was allgemein bei Versuchen, die zu anderer Zeit im Gewächshaus und unter Gazehauben ausgeführt wurden, beobachtet werden konnte.

Besondere Versuche in dieser Richtung wurden mit 3 Hauben, die mit verschieden dichtem Nesseltuch bespannt waren, angestellt, um die Beziehung zwischen dem Zeitpunkt des Sichtbarwerdens der Krankheitssymptome und den jeweiligen Lichtverhältnissen festzustellen. Hier sei nur erwähnt, daß, je mehr das Licht auf diese Weise abgeblendet wurde, desto mehr die Verfärbungen, ja sogar etwa bestehende Verunstaltungen der Blätter undeutlich wurden, um bei vermehrter Lichtzufuhr nach kurzer Zeit abermals zu erscheinen. Das Verschwinden der äußeren Krankheitssymptome wird im ersten Falle dadurch verursacht worden sein, daß die Pflanzen bei übermäßiger Wärmezufuhr neben genügend vorhandener Feuchtigkeit und bei einem gewissen Lichtmangel geil heranwuchsen, während später anscheinend ein Stillstand im Wachstum eintrat und die Lichtverhältnisse andere waren. Im letzten Falle hingegen wurde die Chlorophyllbildung und das Wachstum der Pflanzen naturgemäß bei dem übermäßigen Lichtmangel gehemmt. Man kann also folgern, daß das Sichtbarwerden der äußeren Krankheitssymptome von normalen bis optimalen Wachstumsbedingungen der betreffenden Pflanze abhängt.

Nichts anderes besagen auch die Angaben und Zahlen Dicksons (9). Im Gewächshaus hatte er Schwierigkeiten, deutliche Symptome zu erzielen, obgleich Samen derselben Art 85 % kranke Pflanzen mit ausgeprägten ernsten Krankheitssymptomen im Freiland ergaben. Obgleich die Versuchspflanzen im Gewächshaus bei einer Temperatur von 15.5 bis 21° C die Infektion gelingen ließen, waren die Symptome selbst außer bei einigen älteren Blättern fast vollständig maskiert.

Ganz allgemein kann aus unseren Versuchen gefolgert werden, daß ein durch irgendwelchen Mangel bedingter anormaler Lebenszustand der Pflanze die Symptome der Mosaikkrankheit weniger deutlich zutage treten bezw. verschwinden läßt.

f) Abhängigkeit von der Sorte.

Bei verschiedenen Krankheitsbildern und -formen haben wir es anscheinend mit durch Sorte und Art bedingten Eigentümlichkeiten zu tun. Vornehmlich solche Krankheitssymptome sind hier einzureihen, die neben vielen Übergangsbildern einmalig bei einer bestimmten Sorte auftraten. Eine Beschreibung all' dieser Einzelfälle würde zu weit führen, es sollen daher hier nur zwei Beispiele folgen: Die Blätter der Sorte „weiße römische Wachsbuschbohne" (Züchter: Terra A.G.) waren ohne Vorhandensein irgendwelcher besonders auffälliger Fleckung derart entstellt, daß sie wie Kartoffelblätter aussahen. Ebenso war der Habitus dieser Pflanzen dermaßen verändert, daß sie auf den ersten Blick für verkümmerte Kartoffelstauden gehalten werden konnten.

In einem anderen Fall erschien die Nervatur der Blätter der Sorte „Wachs Neger“ (Züchter: Terra A.G.) wie mit einem Pinsel auf gelbgrünem Blattgrund mit dunkelgrüner Farbe aufgetragen oder dieselbe Zeichnung trat in umgekehrter Form auf, nämlich eine quittengelbe Nervatur auf dunkelgrünem Blattgrund („Wachs Butter Königin“ von Terra A.G.). Eine Übertragung dieser Krankheitsbilder auf andere Buschbohnensorten gelang nicht (s. S. 327).

g) Erscheinungen, die mit Mosaiksymptomen verwechselt werden können.

Bei verschiedenen Bohnensorten, die einen besonders üppigen Wuchs aufweisen, tritt im Verlaufe der Vegetation häufig an den älteren, ausgewachsenen Blättern eine Kräuselung auf, und zwar ohne jede Fleckfärbung und Verzerrung. Die betreffenden Blätter sind meistenteils sehr groß und dick und haben eine tiefgrüne Farbe. Versuche, diese Kräuselung auf andere Sorten zu übertragen, schlugen fehl, und es muß daher jenes Kräuseln auf eine Sorteneigentümlichkeit oder auf irgend welche Ernährungsbedingungen (Stickstoff) zurückgeführt werden.

Ebenso können leicht Nekroseerscheinungen, wie sie gegen Ende der Vegetation allgemein, jedoch je nach der Sorte verschieden, früh oder spät, auftreten, mit Mosaikkrankheitserscheinungen verwechselt werden. So erscheinen dadurch, daß verschiedene Zellkomplexe innerhalb des Blattes allmählich infolge anderer unbekannter innerer Ursachen ihre Lebenstätigkeit einstellen, auf der Blattoberfläche mehr oder weniger helle Stellen.



Abb. 6. *Phas. vulg.* (Blatt, verkl.) „Gelbfleckigkeit“.

Eine Gelbfleckigkeit, die weder mit Mosaikerkrankungen noch mit Nekroseerscheinungen etwas zu tun hat, findet man ebenfalls sehr häufig auf Bohnenblättern. Kurz nach der Blüte treten besonders auf dicken, tiefgrünen Blättern quittengelbe Flecken auf, die unregelmäßig in Form und Größe wahllos auf der Blattoberfläche zerstreut liegen (Abb. 6). Bis zum Absterben des Blattes bleiben diese Flecken bestehen, ohne die Blattform oder -oberfläche irgendwie zu verändern. Versuche, diese Gelbfleckigkeit zu übertragen, hatten keinen Erfolg.

Schließlich sei eine Blattverfärbung auf Bohnenblättern erwähnt, die gegen Ende der Vegetation durch Stiche von Spinnmilben hervorgerufen wird. Diese Verfärbung äußert sich dadurch, daß auf dunkel-

grünen älteren Blättern quer zur Blattachse (längs der seitlichen Blattnervatur) breite, gelblich durchscheinende Streifen auftreten. Eine oberflächliche Betrachtung solcher Blätter ergibt, daß auf der Blattunterseite gerade unter den oberhalb sichtbaren bräunlich-gelben Blattpartien ein grau-brauner Belag den Blättern anhaftet. Dies ist nichts anderes als ein dichtes Geflecht von Trichomen, wie es durch Stiche von Milben auf der Blattunterseite hervorgerufen wird. Durch ein teilweises Absterben von Zellverbänden zeigt sich im weiteren Verlaufe die oben beschriebene gelblich-braune Verfärbung auf der Blattoberfläche.

2. Pisum sativum.

Literatur: Dickson (9), Doolittle und Jones (12).

Auch hier erstreckten sich die Beobachtungen sowohl auf Freiland- als auch auf Gewächshauspflanzen.

a) Abnorme Zeichnung und Färbung.

In das Schema, das für die bei *Phaseolus* auftretenden Krankheitsbilder aufgestellt wurde, lassen sich mit einer geringen Abänderung auch die bei *Pisum* beobachteten abnormen Zeichnungen eingliedern (Tabelle II, S. 301).

Sehr häufig findet man hier die Blattfärbung, die man mit Sprenkelmosaik bezeichnen kann. Wieder kann man, wie bei *Phaseolus*, nur hier in verkleinertem Maßstabe, Flecken feststellen, deren Anordnung nicht von dem Verlauf der Blattnerven abhängt und deren Zahl und Abgrenzung beträchtlich variieren kann.

Tabelle II: Schematische Übersicht über die bei *Pisum* vorkommenden Zeichnungstypen.

	Verteilung und Begrenzung der Blattareale.	Sprenkelmosaik	Marmormosaik	Nervenmosaik
1.	kranke > als gesunde	+	+	+
2.	kranke = gesunde	+	+	+
3.	kranke < als gesunde	+	+	+
a	scharf begrenzt	+	+	+
b	unscharf begrenzt	+	+	+

Auch die zweite Form, das Marmormosaik, finden wir sehr gut ausgeprägt. Die gesunden, dunkelgrünen Stellen verlaufen auch hier hauptsächlich entlang der Blattnervatur, während die heller grünen Stellen sich in den dazwischen liegenden Feldern hinziehen. In diesen hellgrünen, kranken Arealen können wiederum winzige, gesunde „Inseln" eingelagert sein. In solchen Bildern können wir einen Übergang zum Sprenkelmosaik erblicken.

Das schon früher (s. S. 291) erwähnte Nervenmosaik findet sich auch bei *Pisum*. Die Blattnervatur erscheint hier wesentlich heller als der sie umgebende, dunkler grüne Blattgrund. Bald erscheinen die an die längs der Nervatur verlaufenden kranken Blattpartien angrenzenden gesunden Interkostalfelder scharf begrenzt, bald erweckt es den Eindruck, als ob die Krankheit allmählich in die gesunden Partien vordringe. Auch hier kann es ähnlich wie beim Nervenmosaik der Ackerbohne vorkommen, daß das kranke Gewebe sich mitunter stellenweise zu größeren, meist randständigen Flecken erweitert (Abb. 7 b).

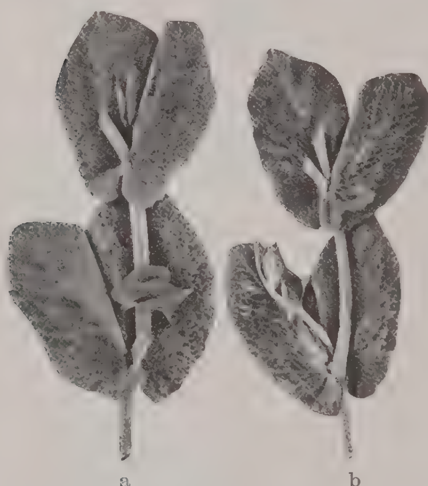


Abb. 7. *Pisum sativum* (verkl.)
a „Sprenkelmosaik 1 a", b „Nervenmosaik 1 b". Nach Schafinit.

Übergänge zwischen diesen 3 Typen sind, wie bei *Phaseolus*, sehr häufig. Die beigefügten Abbildungen geben hierfür die näheren Erläuterungen. Ähnlich dem für *Phaseolus* aufgestellten Schema würden wir in Abb. 7 a ein „Sprenkelmosaik 1 a" vor uns haben, d. h. die kranken hellgrünen Stellen überwiegen bei weitem die dunkelgrünen gesunden, wobei scharfe Konturen zu verzeichnen sind. Je nachdem die gesunden oder die kranken Stellen überwiegen, erhält man das Bild einer hellgrünen Sprenkelung auf dunklem Grund, bezw. einer dunkelgrünen Sprenkelung auf hellem Grund.

Verschiedene Typen gibt Abb. 8 wieder, und zwar in a ein ausgesprochenes Marmormosaik, in b ein Nervenmosaik und in c eine kombinierte Form von Sprenkel- und Marmormosaik.

Die Literatur enthält wiederum nur verhältnismäßig dürftige Angaben über die äußeren Krankheitssymptome bei *Pisum*. Dickson (9) hat bei der allgemeinen Beschreibung der Krankheitsbilder unter dem Absatz „mottling" auch der Fleckfärbung bei *Pisum* kurz Erwähnung

getan. Nach unserer schematischen Übersicht ließe sich das Bild wahrscheinlich unter den Begriff „Sprenkelmosaik" einreihen. In der Arbeit von Doolittle und Jones (12) über das Mosaik der Gartenerbse und der wohlriechenden Wicke finden wir eine kurze Beschreibung und eine Abbildung eines bei *Pisum* beobachteten Krankheitsbildes. Danach könnte man auch dies Bild mit Sprenkelmosaik, und zwar mit 1 b bezeichnen. Es heißt dazu: „Mosaic pea leaves are usually a lighter green than those of normal plants and, in most cases, the mottled appearence is due to the presence of numerous small, dark green areas which occur between the larger veins. These dark areas irregular in



Abb. 8. Verschiedene Typen von *Pisum sativum* (verkl.)
a „Marmormosaik 1 a - 3 a", b „Nervenmosaik 2 a", c „Sprenkel- und Marmormosaik a".

outline and usually seem to follow the small veinlets, but there appear to be none of the large green areas which occur in the case of such diseases as tobacco mosaic".

b) Abnorme Formen.

aa) Blatt.

Wenn auch teilweise eine leichte Wellung der Blätter bei mosaikkranken Erbsen und Peluschken verzeichnet werden kann, so ist doch keine Neigung zu abnormer Kräuselung oder gar zur Verzerrung der Blätter vorhanden. Auch „spindelförmige" Blätter treten nicht auf. Manchmal sind die Blätter kranker Pflanzen kleiner als die von gesunden, der ganze Wuchs der kranken Pflanzen ist spärlicher.

Nur für das Mosaik der Kanadafelderbse erwähnt Dickson (9) die Möglichkeit einer leichten Kräuselung, die infolge ungleichen Wachs-

tums auftreten kann, und in Verbindung damit eine schwache Verzerrung und schließlich eine gewisse Asymmetrie der Blätter. Doolittle und Jones (12) dagegen haben nie eine Kräuselung oder gar eine Verunstaltung mosaikkranker *Pisum*-Blätter beobachtet. Auch nach ihren Feststellungen sind kranke Blätter kleiner als normale.

bb) Blüten und Früchte.

Eine Fleckfärbung der Blüten von *Pisum*-Arten infolge Mosaikbefall wurde nicht beobachtet, wohl aber spricht Dickson (9) von einer leichten Verzerrung der Blüten ohne Fleckfärbung und demzufolge auch von einem vorzeitigen Blütenabfall.

Was die Früchte mosaikkranker Erbsen anbetrifft, so berichten Doolittle und Jones (12) von einem Rückgang des Fruchtansatzes und von geringer Größe der Früchte, während Dickson (9) auch hier von einer Verzerrung und Verzwergung der Hülsen spricht.

Eigene Beobachtungen zeigten, daß derartige Erscheinungen, die wohl vorkommen, keine große Bedeutung haben und auch nicht mit Sicherheit mit der Infektion in Beziehung gebracht werden können.

cc) Stengel und Wurzel.

Das, was unter diesem Abschnitt bereits bei *Phaseolus* (S. 296) gesagt ist, trifft ohne wesentliche Abänderung auch für *Pisum sativum* zu, und es erübrigt sich daher, nochmals an dieser Stelle näher darauf einzugehen.

c) Auftreten der abnormen Erscheinungen im Verlaufe der Krankheit.

Obgleich eine Samenübertragbarkeit bei *Pisum*, wie wir später noch sehen werden, nicht einwandfrei festgestellt werden konnte, so traten doch kurz nach dem Auflauf an verschiedenen, jedoch verhältnismäßig wenigen Pflänzchen, im Freiland scharf ausgeprägte Mosaiksymptome auf. An dem 2. oder 3. Blätterpaar erschienen regellos auf gelblichgrünem Blattgrund ziemlich scharf begrenzte, verschieden große und in der Form unregelmäßige, dunkelgrüne Flecken. Anfangs hätte man dies Bild mit „Sprenkelmosaik 2 a“ bezeichnen können, doch sehr bald veränderte sich bei weiterer Entwicklung der Blätter die Färbung derart, daß sich die an die Mittelrippe angrenzenden Teile, vornehmlich an der Blattbasis, auffallend gelbgrün verfärbten. Diese gelbgrünen Streifen setzten sich unregelmäßig längs der Nervatur fort bis zum Blattrand. Man könnte dieses Bild (Abb. 8 c) als eine kombinierte Form von Sprenkel- und Marmormosaik bezeichnen. Alle später an einer solchen Pflanze erscheinenden Blattzeichnungen äußerten sich, wie Abb. 8 a zeigt, in einem ausgesprochenen Marmormosaik. Vorwölbung

der gesunden Areale und Kräuseln oder gar Verzerrung der Blättchen wurde bei *Pisum* in keinem Falle beobachtet.

Eine ähnliche Blattverfärbung, die ebenfalls bereits kurz nach dem Auflauf auftrat, fiel dadurch auf, daß die Blattnervatur markant hell auf einem zwar hellgrünen, jedoch im Vergleich zur Nervatur etwas dunkleren Blattgrund erschien. Diese Zeichnung, die wir Nervenmosaik nannten, blieb im wesentlichen im Verlaufe der Vegetation unverändert und wurde bis gegen das Absterben des Blattes hin beobachtet.

Gegen Ende der Vegetation traten sowohl im Freiland als auch besonders bei Übertragungsversuchen und stattgehabter Infektion weniger auffällige Bilder auf. Die fast nur an jungen, sich eben entfaltenden Blättchen zu beobachtenden nun konstatierbaren Krankheitssymptome äußerten sich zunächst in einem im Vergleich zu einem gesunden Blatt helleren Grundfarbton. Bei weiterer Entwicklung des betreffenden Blättchens und bei entsprechender Beleuchtung konnte man dann eine schwache Fleckbildung feststellen. Das Bild stellt sich zunächst so dar, daß sich beiderseits entlang der Blattnerven dunkelgrüne Streifen gesunden Gewebes hinziehen, während die dazwischen liegenden Blattareale heller grün sind. Im weiteren Verlaufe der Krankheit lösen sich jedoch jene grünen Streifen mehr und mehr in winzig kleine Pünktchen auf. In umgekehrter Reihenfolge ist dies Bild auch beobachtet worden. Fast immer haben wir es jedoch hier mit einer kombinierten Form von Marmor- und Sprenkelmosaik zu tun. Bei älteren Blättern treten dann wiederum größere, hellere Flecken in überwiegender Zahl und regelloser Anordnung auf, sodaß Bilder entstehen (Abb 7 a), welche wir mit „Sprenkelmosaik 1 a—b" bezeichnen können.

Je mehr sich das Reifestadium nähert, desto weiter verbreitet pflegt die Mosaikkrankheit im Freiland in Erscheinung zu treten, indem fast alle noch grünen Spitzentriebe der unten bereits abgestorbenen Pflanzen deutlich das zuletzt skizzierte Krankheitsbild zeigen. Verschiedene Umweltfaktoren sprechen jedoch auch hier bei der Ausbreitung der Krankheit mit, wie wir an anderer Stelle noch sehen werden.

d) Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion.

Weniger wichtig für die Form der Krankheitssymptome als bei *Phaseolus* ist bei *Pisum* der Zeitpunkt der Infektion. Wohl treten, wenn ganz junge Pflänzchen infiziert werden, markantere Fleckenzeichnungen auf als bei Pflanzen. die in einem späteren Stadium infiziert wurden. Auch bleiben früh infizierte Pflanzen etwas spärlicher im Wuchs. Niemals sind aber die Unterschiede so auffallend und bedeutsam wie bei *Phaseolus*, wo der Ertragsausfall bei früher Infektion oder bei Samenübertragung erheblich größer sein kann als bei späterer Infektion (Samenübertragung fehlt bei *Pisum*, s. S. 337).

Für das gelegentliche Aufrollen der Spitzen besonders junger Blättchen und für die verringerte Größe mosaikkranker Blätter gegenüber gesunden führen Doolittle und Jones (12) u. a. eine Infektion der Pflanze im frühesten Jugendstadium als Ursache an.

e) Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Die unter diesem Abschnitt bei *Phaseolus* (S. 298) gemachten Ausführungen treffen im wesentlichen auch für *Pisum* zu. Auch hier konnte beobachtet werden, daß dieselbe Sorte im Gewächshaus unter Gazehauben infiziert niemals das gleiche scharf ausgeprägte Befallsbild wie die feldmäßig angebaute Pflanze aufwies. Hinzu kam, daß sich unter den Gazehauben bei dem hohen Feuchtigkeitsgehalt der im Gewächshaus befindlichen Luft trotz Vorbeugungsmaßnahmen neben anderen Pilzen gerade bei *Pisum* häufig Mehltau auf den Versuchspflanzen ausbreitete, der eine einwandfreie Beobachtung fast unmöglich machte. Auch eine Maskierung der Krankheitssymptome wurde unter den gleichen Versuchsbedingungen wie bei *Phaseolus* beobachtet.

Es wurde wiederholt auf die Abhängigkeit verschiedener Umweltfaktoren für eine mehr oder weniger gleichmäßige Ausbreitung der Mosaikkrankheit während der Vegetation hingewiesen. Maßgebend ist in erster Linie der Grad des Auftretens von Blattläusen, den wichtigsten Überträgern der Krankheit. Im Herbst 1926 waren die Lebensbedingungen für die Blattläuse die denkbar günstigsten, und es zeigte sich daher bei ziemlich gleichmäßigem Läusebefall, besonders gegen das Ende der Vegetation, fast an allen grünen Triebspitzen das gleiche Krankheitsbild. Im Herbst 1927 dagegen traten infolge recht ungünstiger Witterungsverhältnisse nur sehr vereinzelt Blattläuse auf. Demzufolge zeigten nur verhältnismäßig wenige Erbsenpflanzen typische Mosaikkrankheitssymptome, bevor Nekroseerscheinungen einsetzten. Letztere zeigten sich allgemein im Herbst 1927 früher als gewöhnlich.

Wir sehen also, daß bei *Pisum*, wo keine Samenübertragbarkeit vorkommt, für die Ausdehnung der Krankheit die Häufigkeit der tierischen Überträger eine erheblich größere Rolle spielt als bei *Phaseolus*.

f) Abhängigkeit von der Sorte.

Diese ist nicht so stark ausgeprägt wie bei *Phaseolus*. Doolittle und Jones (12) führen das oben erwähnte Rollen junger Blättchen und die Verkleinerung der von der Mosaikkrankheit befallenen Blättchen außer auf eine Infektion im frühesten Jugendstadium der Pflanze auch auf Sorteneigentümlichkeiten zurück. Besonders späte Sorten von üppigem Wuchs sind davon betroffen.

g) Erscheinungen, die mit Mosaiksymptomen verwechselt werden können.

Ähnlich den bei der Ackerbohne auftretenden albikaten Blattzeichnungen, wie sie Böning (3) im Vergleich mit mosaikkranken Blattverfärbungen, hauptsächlich in histologischer Hinsicht, eingehend studiert hat, sind gewisse bei *Pisum* vorkommende Erscheinungen. Entweder traten vereinzelt vollständig albikate Pflanzen auf, oder aber die ersten sich entfaltenden Blättchen zeigten eine sektoriale Panaschierung. Beide Blattzeichnungen kamen nur im Sämlingsstadium oder kurz danach vor. Während die vollständig albikaten Pflanzen ein Umpflanzen niemals vertrugen und bereits bei Belassung im Freiland abstarben, verschwand die Panaschierung, die anfangs mit der Mosaikkrankheit hätte verwechselt werden können, sowohl unter normalen Verhältnissen an den nächstfolgenden Blättern als auch nach einem Umpflanzen regelmäßig. Irgendwelche Versuche, diese abnormen Blattzeichnungen auf normale Pflanzen zu übertragen, konnten daher nicht angestellt werden.

Ein anderes Bild, das durch Stiche von Milben hervorgerufen, sich in einer weißlich-grünen Sprenkelung der Blätter zeigte, trat vornehmlich bei solchen Pflanzen auf, die lange unter Gazehauben gehalten wurden, jedoch von Mehltau verschont blieben. Im Anfangsstadium hätte dies Bild bei oberflächlicher Betrachtung mit dem Sprenkelmosaik 3 a verwechselt werden können.

3. Lathyrus odoratus.

Literatur: Taubenhaus (34), Dickson (9), Doolittle und Jones (12).

Da das bei *Lathyrus* auftretende Krankheitsbild im wesentlichen dem von *Pisum* gleicht, können die folgenden Ausführungen, die auf Beobachtungen an Gewächshaus- und an Freilandpflanzen beruhen, verhältnismäßig kurz gehalten werden.

a) Abnorme Zeichnung und Färbung. (Siehe Tabelle III, S. 308.)

Am häufigsten tritt uns hier eine Blattzeichnung entgegen, die wir nach dem aufgestellten Schema als eine kombinierte Form von Nervenund Marmormosaik ansprechen können. Die gesunden, dunkelgrünen Stellen liegen fast immer in den Interkostalfeldern und sind unregelmäßig in Form und Größe. Die Blattnervatur wird von mehr oder weniger hellgrünem, krankem Gewebe begleitet. Es können jedoch bei einer solchen Blattzeichnung auch dunkelgrüne, gesunde Stellen, besonders nach dem Blattrande zu, der Blattnervatur beiderseits folgen. Dann liegen die hellgrünen, kranken Blattareale in den Interkostal-

Tabelle III: Schematische Übersicht über die bei *Lathyrus* vorkommenden Zeichnungstypen.

	Verteilung und Begrenzung der Blattareale.	Nervenmosaik	Marmormosaik
1.	kranke > als gesunde	+	+
2.	kranke = gesunde	÷	+
3.	kranke < als gesunde	+	÷
a	scharf begrenzt	+	+
b	unscharf begrenzt	+	+

feldern, sodaß sich das Bild des Marmormosaiks wiedergibt. Ja, man könnte hier sogar teilweise von Sprenkelmosaik reden. Obgleich das ersterwähnte Bild am häufigsten aufzutreten pflegt, sind natürlich auch hier, wie oben bereits angedeutet, Übergänge zwischen allen 3 Typen möglich. Besonders können die Konturen der hell- und dunkel-



Abb. 9. *Lathyrus odoratus* (verkl.) „Nervenmosaik". Nach Schaffnit.

grünen Blattareale verschieden scharf begrenzt sein, so daß wir auch hier nach dem aufgestellten Schema, z. B. von „Nervenmosaik 1a bis 3 a" bezw. von „1 b—3 b" sprechen können. (Vgl. Abb. 9.) Ein anderes Bild könnte man mit „Sprenkelmosaik 1 a" bezeichnen, denn die dunkelgrünen Stellen sind hier so winzig klein und in solch geringer

Anzahl vorhanden, daß das betreffende Blättchen aussieht, als sei es mit grüner Farbe bespritzt.

Taubenhaus (34) berichtet bei der Beschreibung der Krankheitssymptome zunächst folgendes: ,,Mosaic is readily distinguishable by a yellow dotting or mottling of the leaf, presenting in some instances a beautiful mosaic structure, hence its name''. Die in seiner Publikation angeführten Abbildungen geben nach unserem Schema etwa ein ,,Nerven-Marmormosaik 2 b'', ähnlich der hier wiedergegebenen Abb. 9, und ein anderes Bild ein ,,Sprenkelmosaik 1 b'' wieder (Taubenhaus, S. 55, Abb. 41 a bezw. b).

Dickson (9) erwähnt das Krankheitsbild bei *Lathyrus* nur kurz im Zusammenhang mit der Beschreibung der Krankheitssymptome anderer Leguminosen, und zwar unter dem Absatz ,,mottling''. Die Abbildungen sind leider nicht so deutlich, daß wir die gezeigten Krankheitsbilder in unser Schema einordnen könnten (Dickson, S. 114, Tafel III, Abb. 17).

Nach Doolittle und Jones (12) unterscheidet sich die Mosaikkrankheit von *Lathyrus* von der der Gartenerbse (*Pisum sativum*) dadurch, daß die *Lathyrus*-Pflanzen ein ernsteres Befallsbild abgeben. Gewöhnlich äußern sich hier die Krankheitssymptome in Übereinstimmung mit den obigen Ausführungen wie bei der Gartenerbse, jedoch pflegt gelegentlich der Farbkontrast zwischen den dunkelgrünen und den übrigen Stellen des Blattes, welche einen lichtgelblichgrünen Farbton bekommen, bei *Lathyrus* stärker hervorzutreten als bei *Pisum*. Die Abbildungen zeigen einmal nach unserem Schema ein ,,Marmormosaik 2 a'' und zum anderen 3 Bilder, die wir mit ,,Sprenkelmosaik 1 a—3 a'' bezeichnen können (Doolittle und Jones, S. 772, Tafel XL, C).

b) Abnorme Formen.

aa) Blatt.

Zu den oben beschriebenen Krankheitsanzeichen gesellt sich im Gegensatz zu *Pisum* bei *Lathyrus* in den meisten Fällen noch eine Kräuselung der Blattfläche, die sogar zu einer leichten Verzerrung und schließlich zum Rollen der Blättchen führen kann. Befallsbilder, ähnlich denen bei *Phaseolus*, wie z. B. spindelförmiger Wuchs der Blättchen, wurden hier nicht festgestellt.

Die Beobachtungen von Taubenhaus (34) entsprechen den eigenen, wenn er an anderer Stelle seiner Arbeit sagt: ,,Another symptom of this disease is a curling of leaves, resembling the curling induced by the green aphids, but in this case the aphids had no association with it. — Often, the disease is so bad and the curling so pronounced that the plants thus affected cannot make any headway and remain dwarfed''. —

Zwecks einer ergänzenden Gegenüberstellung seien hier auch die Beobachtungen von Doolittle und Jones (12) wiedergegeben; die Autoren sprechen von einem Aufwärtsrollen der Blattränder, welches dem Blatt den Anschein einer Rolle gibt. ,,Such leaves commonly develop small, elongated areas which are light yellow and appear to be thinner than the remainder of the leaf. These areas may be either raised or depressed, usually the latter, and appear much like the results of insect injury. Mosaic sweet peas are often much stunted in growth, not only of tops but of roots; and the plants sometimes appear to die of rootrot".

bb) Blüten.

An im Freiland gezogenen *Lathyrus*-Stauden wurden gelegentlich wohl gestreifte und gefleckte Blüten beobachtet, jedoch ist es nicht erwiesen, ob diese Erscheinung tatsächlich nur auf den Mosaikbefall zurückzuführen ist.

Ebenso ist die folgende Feststellung von Taubenhaus (34) mit Vorbehalt aufzunehmen: ,,An attempt is made by these curled parts to produce a few flowers, but the later are borne on very short peduncles as compared with the long peduncles of healthy plants of the same variety". — Eine Fleckfärbung bei den Blüten mosaikkranker *Lathyrus*-pflanzen beobachtete Dickson (9) vornehmlich bei rot- und purpurnblühenden Varietäten, während Doolittle und Jones (12) ganz allgemein bei mosaikkranken *Lathyrus*-Pflanzen von im Farbton blasseren und zum Teil gestreiften Blüten berichten (Dickson, S. 114, Tafel III, Abb. 18).

cc) Stengel und Wurzel.

Wie bei Pisum auf Seite 304.

c) Auftreten der abnormen Erscheinungen im Verlaufe der Krankheit.

Irgendwelche Krankheitserscheinungen zeigten sich fast immer erst auf den Blättchen der Seitensprosse, die bald nach dem Auflauf der Pflanze von dieser getrieben wurden. Eine Samenübertragbarkeit konnte bei *Lathyrus*, wie später noch gezeigt wird, nicht festgestellt werden. Es vergingen daher erst einige Wochen, ehe sich die ersten Krankheitssymptome nach erfolgter Infektion an jenen Seitentrieben zeigten. Die zuerst auftretenden Anzeichen waren die gleichen, wie sie bei *Pisum* auf Seite 304 beschrieben wurden: eine ,,Sprenkelung", bei der zahlreiche schmale, dunkelgrüne Stellen zwischen den großen Blattvenen gelagert sind. Der Farbkontrast zwischen diesen Flecken, welche unregelmäßig in der Form gleich denen der Erbse sind und den kleinen

Blattnerven zu folgen scheinen, und den dazwischen gelagerten helleren Interkostalfeldern ist hier deutlicher. War die betreffende Pflanze ernster befallen, so nahmen die die Krankheitssymptome zeigenden Blättchen allmählich eine hellgrüne Grundfarbe an, während die dunkelgrünen, gesunden Stellen nach und nach an Größe und Anzahl abnahmen. Obgleich die Versuchspflanzen nicht zu normaler Größe unter den Gazehauben heranwachsen konnten, so ließ sich doch in diesem Stadium feststellen, daß die anfänglich üppig gebildeten Seitensprosse im Wachstum stark zurückblieben und die Blättchen den Eindruck erweckten, als hätten sie schließlich jegliches Chlorophyll eingebüßt. Auch an einigen Freilandpflanzen äußerte sich die Krankheit derart heftig, daß die betreffenden Pflanzen einen verkümmerten Wuchs aufwiesen. Der Farbkontrast der Blattzeichnungen kann hier vornehmlich bei älteren Blättern so stark in Erscheinung treten, daß das betreffende erkrankte Blatt das Bild einer plötzlich auftretenden Panaschierung wiedergibt (s. Abb. 9). Indessen entwachsen fast immer die von der Mosaikkrankheit befallenen *Lathyrus*-Stauden der Krankheit gänzlich. Mit zunehmendem Alter der erkrankten Pflanze kräuseln sich die bereits verfärbten Blättchen aufwärts vom Rand aus und können schließlich die Gestalt einer Rolle annehmen. In noch weiter vorgeschrittenerem Krankheitsstadium pflegen die ehemals lichtgrünen Stellen als lange, schmale, gelbliche Streifen auf der Blattoberfläche zum Ausdruck zu kommen und erscheinen dünner als die übrigen Felder der Blattoberfläche.

In der Literatur finden wir zunächst bei Taubenhaus (34) Angaben über den Verlauf der Krankheit: „The disease makes its appearance after the seedlings are from three to four weeks old. — Affected leaves seem to linger for a time but they eventually lose all their chlorophyll and soon drop off. — Frequently, however, the affected plants outgrow the disease entirely, and thus a distinct line of demarcation is observed between the previously diseased part and the healthy part of the new growth".

Nach Doolittle und Jones (12) treten die ersten Krankheitsanzeichen an jüngeren Blättchen auf, die dann bei weiterem Fortschreiten der Krankheit sich vom Rand aus aufwärtsrollen; auf diese Erscheinung ist bereits an anderer Stelle hingewiesen.

d) Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion.

Auch hier gilt im wesentlichen das oben bei *Pisum* (S. 305) Gesagte. Es kommt noch hinzu, daß, wie oben erwähnt, erkrankte *Lathyrus*-Pflanzen allmählich dem Krankheitsstadium entwachsen können. Dies ist besonders der Fall, wenn die Pflanzen in einem späteren Stadium infiziert wurden. Eine Infektion im frühesten Jugendstadium der Pflanze

bewirkt anfangs einen verkümmerten Wuchs und teilweise sogar ein Verharren in diesem Zustand.

Taubenhaus (34) hat ähnliche Feststellungen gemacht.

e) Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Wie bei *Pisum* S. 306.

f) Abhängigkeit von der Sorte.

Nähere Angaben können hier nicht gemacht werden, da nur eine Sorte zur Beobachtung zur Verfügung stand. Jedoch lassen anderweitige Beobachtungen den Schluß zu, daß auch bei *Lathyrus* die Krankheitssymptome je nach der Sorte in verschiedener Weise zum Ausdruck kommen können.

g) Erscheinungen, die mit Mosaiksymptomen verwechselt werden können.

Jene Verunstaltungen der Blätter, wie sie durch Blattläuse hervorgerufen werden können (s. die Angaben von Taubenhaus und Doolittle und Jones), verursachen leicht bei oberflächlicher Betrachtung eine Verwechslung mit von Mosaik verunstalteten Blättern. Eine Fleckung darf bei dieser Kräuselung nicht fehlen, wenn wirklich Mosaikbefall vorliegt.

Ferner kann auch eine weißlichgrüne Sprenkelung der Blättchen, die durch eine Milbenart hervorgerufen wird, leicht zu Verwechslungen Veranlassung geben.

4. Die Kleearten.

Literatur: Mc Larty (25), Dickson (9).

Da das Krankheitsbild bei allen Kleearten fast gleich ist, sollen im folgenden alle anfangs erwähnten Vertreter der Kleegruppe, an denen Mosaikkrankheitssymptome sowohl im Freiland als auch im Gewächshaus beobachtet wurden, zusammenfassend betrachtet werden.

a) Abnorme Zeichnung und Färbung.

Ähnlich den bei *Lathyrus* und auch teilweise bei *Pisum* auftretenden Krankheitssymptomen sind nach dem aufgestellten Schema (s. S. 301 und 308) auch bei den Kleearten kombinierte Formen sehr häufig. So finden wir das Bild des Nerven- und des Sprenkelmosaiks fast immer auf einem Blatt vereinigt vor. Hinzu gesellt sich des öfteren auch hier eine dem Marmormosaik ähnliche Zeichnung. Übergänge sind gerade bei den Kleearten häufig, wie später noch und besonders unter dem Abschnitt „Abhängigkeit von der Sorte“ an Hand einiger

Beispiele gezeigt werden soll. Aus diesem Grunde und auch, weil die oben im Schema angedeuteten Blattzeichnungen sich im wesentlichen mit den bei *Pisum* und *Lathyrus* beobachteten decken, erübrigen sich nähere Beschreibungen an dieser Stelle. Es sei vielmehr auf die bei *Pisum* und besonders bei *Lathyrus* gemachten Ausführungen und auf die beigefügten Abbildungen (10 und 11) verwiesen.



Abb. 10. *Trifolium pratense* (verkl.) Verschiedene Mosaiktypen.

In der Literatur sind fast keine Angaben über durch Mosaikerkrankung an Klee hervorgerufene abnorme Blattverfärbungen enthalten. Nur McLarty (25) erwähnt bei Behandlung der Mosaikkrankheit von *Melilotus alba* kurz eine Fleckung der Blättchen, ohne näher auf die eigentliche Blattzeichnung einzugehen. Ferner streift Dickson (9) in seiner umfangreichen Arbeit unter dem Absatz „Leaves a) mottling" u. a. auch kurz das Krankheitsbild der Kleearten („clovers"). Näheres besagen seine Abbildungen (Dickson (9), S. 114, Tafel III).



Abb. 11. a *Anthyllis vulneraria* (mosaikkrank, verkl.), b *Trifolium incarnatum* (verkl.) „Nervenmosaik".

b) Abnorme Formen.

aa) Blatt.

Durchschnittlich pflegen bei den Kleearten wenig Veränderungen in der Blattform infolge Mosaikbefall aufzutreten, jedoch verhalten sich die einzelnen Vertreter scheinbar je nach der Sortenempfänglichkeit und den Umweltfaktoren verschieden. Den krassesten Gegensatz möge ein Beispiel zeigen! Vergleichen wir das äußere Krankheitsbild von *Trifolium incarnatum* mit dem von *Tr. pratense*, so fällt auf, daß bei letzterem der Habitus des Blattes bei einer mehr oder weniger leicht angedeuteten Blattverfärbung und leichter Wellung bestehen bleibt. Beim Inkarnatklee dagegen treten die Krankheitssymptome markant auf abnorm hellgrünem Blattgrunde auf. Dabei kann sich die ganze Form des Blattes dergestalt verändern, daß die Blätter kelchartig zusammengedreht werden, während längs der Blattnerven tief dunkel-

grün gefärbte Streifen erscheinen. Übergänge zwischen diesen beiden Extremen finden sich je nach Art und Sorte: bei *Tr. repens* (schwache Wellung), bei *Tr. pratense* (leichte Wellung und Kräuselung) und bei *Tr. incarnatum* (Verunstaltungen der Blättchen). Bei einer Rotkleesorte, bei der gleichzeitig Panaschierung auftrat, waren sogar die gleichzeitig Mosaiksymptome zeigenden Blättchen derart entstellt und korrodiert, daß sie wie von einem tierischen Schädling angefressen schienen. Schließlich sei noch erwähnt, daß die Blättchen stark von der Mosaikkrankheit befallener Kleepflanzen — abgesehen von Art und Sorte — häufig kleiner und schmäler blieben.

Mc Larty (25) berichtet kurz im Zusammenhang mit der oben bereits erwähnten Verfärbung über eine Verdrehung der Blättchen von *Melilotus alba*. Unter dem Abschnitt „Leaves b) Curling and Ruffling" erwähnt sodann Dickson (9) auch die Kleearten, die er, je nach der Schwere der auftretenden Symptome, in folgende Reihe ordnet: „crimson (*Tr. incarnatum*), red (*Tr. pratense*), alsike (*Tr. hybridum*), trefoil (*Medicago*-Arten?) and white clovers (*Tr. repens*)."

bb) Blüten, Früchte, Stengel und Wurzel.

Beobachtungen über abnorme Blüten- und Fruchtbildung erübrigen sich bei den Kleearten; je nach Art, Sorte und Umwelteinwirkung ist eine verschieden starke Wachstumshemmung infizierter Kleepflanzen und ein mehr oder weniger frühes Absterben kranker Pflanzenteile zu verzeichnen, was auch aus Angaben Dicksons (9) hervorgeht.

c) Auftreten der abnormen Erscheinungen im Verlaufe der Krankheit.

Eigene Beobachtungen gaben keinerlei Anhaltspunkte für eine Samenübertragbarkeit der Mosaikkrankheit des Klees. Bei neuer Aussaat mußte man daher immer geraume Zeit warten, bis sich gewöhnlich erst nach einigen Schnitten die jungen Pflänzchen bestockt hatten und dann nach erfolgter Infektion an den Blättchen der jüngsten Triebe eine undeutliche Mosaikstruktur von dem Typus „Nerven-Sprenkelmosaik" zeigten. Die verfärbten Blätter begannen sich dann zu kräuseln oder zu wellen und zu vergilben, die ursprünglich helleren Blattareale starben früher ab. Das obige Bild wurde beim Rotklee beobachtet. Werden solche den Infektionsstoff beherbergenden Rotkleepflanzen den Winter hindurch am Leben gehalten, so zeigen sich die Mosaiksymptome auch an den jungen Trieben mehr oder weniger deutlich wieder im Frühjahr. Dieser Verlauf dürfte bei allen überdauernden Kleearten im wesentlichen derselbe sein. Anders sieht es aus bei einjährigen oder solchen Kleearten, die eine Mittelstellung einnehmen. So zeigt z. B. der Inkarnatklee viel früher nach einer stattgefundenen Infektion scharf ausgeprägte Symp-

tome. Allgemein kann man sagen, daß bei den perennierenden Kleearten die Krankheit ziemlich spät zutage zu treten pflegt.

Im Anschluß hieran sei erwähnt, daß auch Mc Larty (25) in Fällen heftiger Erkrankung einen frühzeitigen Blattabfall bei *Melilotus alba* bemerkte und weiterhin beobachtete, daß bei jungen, lebhaft wachsenden Pflanzen die Mosaikkrankheit am deutlichsten in Erscheinung tritt.

d) Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion.

Beim Klee spielt der Zeitpunkt der Infektion insofern eine wesentliche Rolle, als im ersten Jahr bereits infizierte Pflanzen im nächsten Jahr Infektionsquelle für die neu entstehenden Triebe sein können. Wird eine Pflanze früh infiziert, so ist es ihr in demselben Vegetationsjahr möglich, die Krankheit durch Bestockung zu überwinden. Die Neutriebe wachsen dann nach dem Schnitt so rasch, daß das Virus offenbar nicht zu folgen vermag. Überwindet die Pflanze vor Ablauf der Vegetation die Krankheit nicht, so erscheint sie im nächsten Jahr nach abermaligem Austrieb verkümmert und zeigt deutliche Mosaiksymptome auf den Blättern. Dies wurde besonders bei normalerweise nicht perennierenden Kleepflanzen beobachtet, die den Winter hindurch bis in die nächste Vegetation am Leben erhalten wurden.

e) Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Wie überall, so spielen auch beim Klee die Umwelteinflüsse verschiedener Art eine Rolle. Der durch die Gazehauben bedingte Lichtmangel hatte in hohem Maß Maskierung der Krankheitssymptome zur Folge. Nur beim Inkarnatklee wurde sowohl im Freien als auch in den Versuchsreihen unter Gazehauben gleich heftiges Auftreten der Symptome beobachtet. Die günstigste Zeit zur Beobachtung der Krankheitsbilder ist der frühe Sommer, da bei steigender Temperatur mehr und mehr die Symptome maskiert werden, um späterhin wieder etwas deutlicher sichtbar zu werden. Im übrigen gelten die bereits bei *Phaseolus* (s. S. 298) gemachten Ausführungen.

f) Abhängigkeit von Gattung, Art und Sorte.

Fast alle an den Kleearten beobachteten Befallsbilder lassen sich auf die im Schema gezeigten Formen zurückführen. Trotzdem ist es nicht uninteressant, aus den vielen Übergangsbildern, die auch je nach der Art und Sorte verschieden ausfallen können, einige hervorzuheben. Entsprechend der Reihenfolge, in die Dickson (9) die Kleearten nach dem Grad des Befalls einordnete, wären zunächst beim Rotklee (*Tr. pratense*), von dem 7 Sorten zu Beobachtungszwecken im Freiland zur Verfügung standen, noch einige abnorme Blattzeichnungen zu erwähnen. Für die Sorte „Italienischer Rotklee“ war die tief dunkel-,

fast blaugrüne Färbung der perennierenden Areale besonders charakteristisch. Die ganze Blattfläche erschien gleichmäßig fein gewellt. An der durch üppigen Wuchs ausgezeichneten Sorte „Lembkes Rotklee" wurde folgendes charakteristisches Bild konstatiert: Die dunkelgrünen, fast gleichmäßig zwischen der Blattnervatur hinlaufenden Streifen zersplittern sich plötzlich und rufen so das Bild einer Sprenkelung hervor, um gegen den Rand des Blattes hin wieder annähernd in geschlossene Streifen überzugehen. Verschiedentlich wurde weiterhin an älteren, wohl infolge des Mosaikbefalls frühzeitig vergilbenden Blättern und insbesondere bei der Rotkleesorte „Randener Rotklee" eine über die ganze Blattoberfläche unregelmäßig verteilte, landkartenartige Fleckung oder Maserung festgestellt.

Auf abnorme Blattformen ist bereits an anderer Stelle hingewiesen. Was die Krankheitssymptome anderer *Trifolium*-Arten anbetrifft, so sind bei *Tr. hybridum* und seltener bei *Tr. agrarium* grundsätzlich die gleichen Bilder beobachtet worden, wie die früher beim Rotklee erwähnten. Sehr häufig findet man ein ausgesprochenes Nervenmosaik. Eine Kräuselung und gar Verunstaltung der Blätter war in keinem Fall zu bemerken. Beim Weißklee (*Tr. repens*) konnten offensichtliche Krankheitssymptome nicht festgestellt werden.

Auch die bei den *Medicago*-Arten, speziell *Medicago sativa* auftretenden Symptome unterscheiden sich fast in nichts von den für die *Trifolium*-Arten beschriebenen. Nur tritt bei *M. sativa*, sofern die Symptome überhaupt deutlich sichtbar werden, der Mosaikbefall den Lichtverhältnissen und anderen Umweltbedingungen entsprechend nur zeitweise zu Tage. Selten konnten im Freiland an Luzerne irgendwelche Mosaikkrankheitsmerkmale festgestellt werden. Dagegen wurden in Gewächshaus-Versuchen an *M. sativa* abnorme Blattzeichnungen und -formen beobachtet, die jedoch mit Vorbehalt aufgenommen werden sollen, da bis jetzt über derartige Erscheinungen bei *M. sativa* nichts bekannt wurde und gerade das Kräuseln der Blättchen ebensogut lediglich durch Blattlausstiche hervorgerufen sein kann (s. S. 309).

Unter den *Melilotus*-Arten verdient eine, und zwar *M. altissimus* (Bockharaklee), besondere Erwähnung. Auf den jüngsten Blättchen erscheint nach der Infektion allmählich folgendes Krankheitsbild: Unter leichter Wellung des Blättchens wird in der Mitte desselben eine dunkelgrüne Partie, etwa um die Stelle herum, wo das Blatt in den Stiel einmündet, sichtbar, die in sehr zarten Ausläufern als Sprenkelung in die helleren Randpartien des Blattes übergeht, während die Blattnervatur hell hervortritt.

Eine weitere, bis jetzt in der Literatur der Mosaikkrankheiten noch nicht erwähnte Kleeart, die zu Mosaikübertragungsversuchen herangezogen wurde, und an der dann auch Krankheitssymptome

festgestellt werden konnten, ist *Anthyllis vulneraria*. Hier wurde eine Verfärbung der Blätter beobachtet derart, daß plötzlich sich im Gegensatz zu dem ursprünglich tiefgrünen Blattgrundfarbton hellgrüne breite, nicht immer gradlinig begrenzte Querbinden über die jungen, lanzettartigen Blättchen schoben (Abb. 11a). Eine Verunstaltung der Blätter wurde nicht beobachtet, abgesehen von leichten Verdrehungen der die Mosaiksymptome zeigenden Blättchen.

Auch die Beobachtungen von Dickson (9) besagen, daß *Tr. repens* und *Tr. agrarium* nicht so ausgesprochene Krankheitssymptome zeigen und sie sogar stellenweise ganz vermissen lassen. Ferner berichten weder Dickson noch irgend ein anderer Autor von besonders auffälligen Mosaikerscheinungen an *Medicago*-Arten. Von den *Melilotus*-Arten ist nur bei Mc Larty (25) die Rede. In den Arbeiten von Elliott (13), der sich, wie in der Einleitung berichtet wurde, dem Studium des Kleemosaiks widmete, finden wir keine Angaben über die eigentlichen Mosaiksymptome an Klee.

g) Erscheinungen, die mit Mosaiksymptomen verwechselt werden können.

Zu Verwechslungen können durch Milbenstiche hervorgerufene winzige Pünktchen Anlaß geben. Dasselbe gilt von der besonders im Frühjahr bei den Kleearten häufig auftretenden Panaschierung. Beim Fortschreiten der Vegetation verschwinden jedoch diese Bilder wieder, die ohnehin schon durch ihre starken Farbkontraste von den Mosaiksymptomen abweichen. Versuche, diese Panaschierung auf normale Pflanzen zu übertragen, mißlangen (vgl. S. 327).

Schließlich müssen hier auch Kräuselerscheinungen auf Blättern Erwähnung finden, die dadurch entstehen, daß Blattläuse kurze Zeit an der Blattunterseite gesogen haben. Infolge der Stiche kräuselt dann das gewellte Blatt mehr oder weniger heftig vom Rande her und faltet sich vom Rande her nach oben ein.

5. Lupinus luteus.

In der Literatur ist die Mosaikkrankheit der Lupine bisher nicht erwähnt.

a) Abnorme Zeichnung und Färbung.

Eines der an der Lupine auftretenden Bilder kann man mit „Sprenkelmosaik 1a—2b" bezeichnen. Dunkelgrüne Flecken, unregelmäßig in Form und Größe, regellos verteilt auf hellgrünem, glanzlosem Blattgrund, charakterisieren diese Form.

Ein anderes Bild, das stets in Verbindung mit einer anormalen Blattform aufzutreten pflegt, kann man mit dem bei *Phaseolus* als „Pocken-

mosaik“ bezeichneten Bild vergleichen. Solche Blätter zeigen auf hellem Blattgrund dunkelgrüne Vorwölbungen verschiedenen Umfanges, die gegen den hellgrünen Grund scharf begrenzt sind und sich in Ausdehnung und Lage nicht nur nicht nach der Blattnervatur richten, sondern sogar seitlich aus dem Blattrand teilweise heraustreten (s. Abb. 12). Zwischen den einzelnen hier skizzierten Bildern sind verschiedene Übergänge möglich.

b) Abnorme Formen.

aa) Blatt.

Fast regelmäßig treten in Verbindung mit den oben beschriebenen Krankheitsbildern abnorme Blattformen auf. Diese äußern sich einmal darin, daß die die Krankheitssymptome zeigenden Fiederblättchen

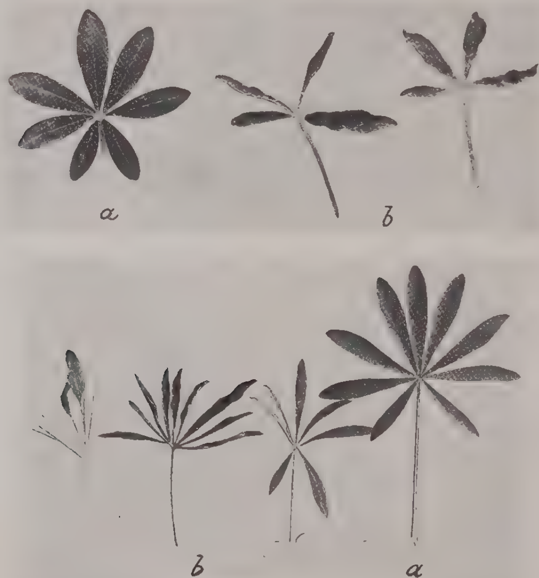


Abb. 12. Blätter von *Lupinus luteus* (verkl.)
a gesunde, b mosaikkranke.

unregelmäßig lang und fädig sind und im Gegensatz zu gesunden kaum eine Blattspreite erkennen lassen. Ist bei dieser Form die Blattfläche an sich noch eben, so tritt bei einer noch ernsteren Form eine Kräuselung hinzu, die das Blättchen leicht verzerrt. Eine dritte Form tritt stets zusammen mit dem oben erwähnten Pockenmosaik auf. Die stärker wachsenden, scharf begrenzten, gesunden Stellen wölben sich hier aus

der Blattfläche heraus und verändern bei der geringen Breite eines solchen Fiederblättchens die Form seines Umrisses erheblich. Derart auffallend unsymmetrisch gebaute Fiederblättchen kommen in Abb. 12 zur Darstellung. Pflanzen mit zahlreichen derart verbildeten Blättchen machen natürlich im ganzen einen verkümmerten Eindruck.

c) Auftreten der abnormen Erscheinungen im Verlaufe der Krankheit.

Die ersten Anzeichen einer erfolgreichen Infektion machen sich an ganz jugendlichen Blättchen dadurch bemerkbar, daß, während von einer gesunden Lupinenpflanze normalerweise etwa 9 und mehr Fiederblättchen zu einem Blatt zusammengestellt werden, hier durchschnittlich 7, mehr oder weniger fädige, unregelmäßig lange Blättchen gebildet werden. Zunächst zeigen sich winzig kleine, dunkelgrüne Pünktchen auf hellgrünem Blattgrund. Dies Bild konnte bei einigen Pflänzchen beobachtet werden, die aus Samen mosaikkranker Lupinenpflanzen hervorgegangen waren. Jene Pünktchen entwickeln sich bei weiterem Wachstum der Blättchen zu den oben beschriebenen blasenartigen Ausstülpungen. Schließlich bekamen dadurch diese Blättchen eine ganz verunstaltete Form. Teilweise zeigten sich die Ausstülpungen schon in sehr jungem Entwicklungsstadium der Blättchen.

d) Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion.

Beobachtungen zeigten auch hier, daß sich bei Infektion im frühesten Jugendstadium der Pflänzchen eine mehr oder weniger starke Hemmung in der gesamten Entwicklung bemerkbar machte. Nach Infektion bei weiter entwickelten Pflanzen, also etwa zur Blütezeit oder erst zu Beginn des Samenansatzes, pflegen irgendwelche Krankheitssymptome kaum noch auffällig zutage zu treten.

e) Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Gerade bei der Lupine sind die Umwelteinflüsse für den Wuchs der Pflanzen und damit für das Sichtbarwerden der Symptome von außerordentlicher Bedeutung. Da die Lupine bekanntlich ein Tiefwurzler ist und in leichten, sandigen Böden am besten gedeiht, eignete sie sich kaum zur Versuchspflanze, denn man kann beim Topfversuch jene Wachstumsbedingungen nicht schaffen. Die Versuchspflanzen erreichten infolgedessen eine geringe Höhe und vergilbten verhältnismäßig früh.

f) Abhängigkeit von der Sorte.

Da nur mit einer Sorte Versuche angestellt wurden, können hier keine Mitteilungen gemacht werden.

g) Erscheinungen, die mit Mosaiksymptomen verwechselt werden können.

Die gegen Ende der Vegetation auftretenden Nekroseerscheinungen könnten bei oberflächlicher Betrachtung mit Mosaiksymptomen verwechselt werden. Es sind dies gelblich-grüne Flecken, die sich auf den vorher normal grünen Blättchen zeigen, wobei jedoch der Farbton des sie umgebenden grünen Blattgrundes ebenfalls eine hellere Farbe annimmt, ein Zeichen, daß die Pflanze abzusterben beginnt.

Wie bei allen anderen Versuchspflanzen, so rufen auch bei der Lupine winzige Milben durch ihre Stiche eine feine Punktierung der Blättchen hervor, die ein ungeübtes Auge für Mosaiksymptome ansehen könnte.

Zusammenfassung.

Bei der Beschreibung des ,,Krankheitsbildes" hat es sich trotz der scheinbaren Verschiedenheit aller Symptome gezeigt, daß wir es

Tabelle IV.

Schematische Übersicht über die bei der Mosaikkrankheit vorkommenden Zeichnungstypen.

Sprenkelmosaik			Nervenmosaik			Marmormosaik			Pockenmosaik			Verteilung der Blattareale	
												I. kranke größer als gesunde	
												II. kranke gleich gesunde	
												III. kranke kleiner als gesunde	
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	Kontur	Pflanzenart

(Fortsetzung der Tabelle IV s. S. 321 oben!)

Fortsetzung von Tabelle IV (s. S. 320 unten).

I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	Kontur	Pflanzen-Art.
—	—	—	++	++	++	+++	+++	+++	—	—	—	a - scharfe	Vicia faba
—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b - un ,,	
+	+	+	—	—	—	++	++	++	+++	+++	+++	a	Phaseolus vulgaris
+	+	+	—	—	—	+	—	+	—	—	—	b	
++	++	++	+	+	+	+++	+++	+++	—	—	—	a	Pisum sativum
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
+	+	—	+++	+++	+++	++	++	++	—	—	—	a	Lathyrus odoratus
—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++	—	—	—	a	Trifolium spp.
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++	—	—	—	a	Tr. incarcarnatum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	b	
—	—	—	+	+	+	+++	+++	+++	—	—	—	a	Medicago spp.
—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	—	—	a	Melilotus spp.
+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	—	—	b	
+	+	+	—	—	—	—	—	—	+++	+++	+++	a	Lupinus luteus
+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	b	
+	+	+	+	+	+	++	++	++	+++	+++	+++	a	Nicotiana tabacum
—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	b	
+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	—	—	—	a	Beta vulgaris
+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
++	++	++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++	a	Rubus idaeus
++	++	++	+	+	+	+	+	+	—	—	—	b	
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	—	—	—	a	Lactuca sativa
+++	+++	+++	—	—	—*)	—	—	—	—	—	—	b	
+++	+++	+++	—	—	—	—	+	+	++	++	++	a	Solanum Lycopersicum
+++	+++	+++	—	—	—	—	—	—	+	+	+	b	
++	+++	+++	—	—	—	—	+	+	+++	+++	+++	a	Sol. tuberosum
++	+++	+++	—	—	—	+	+	+	++	++	++	b	
++	+++	+++	—	—	—	—	—	—	+++	+++	++	a	Cucumis sp.
++	+++	+++	—	—	—	—	—	—	+++	+++	++	b	

*) Siehe Brandenburg, E. (4).

Zeichenerklärung.

In der Tabelle IV bedeuten:

1. — : Die betreffende Zeichnung kommt nicht vor.
2. + : Die betreffende Zeichnung kommt vor.
3. ++ : Die betreffende Zeichnung kommt häufig vor.
4. +++: Die betreffende Zeichnung kommt sehr häufig vor.

tatsächlich bei der Mosaikkrankheit der Papilionaceen nicht mit einzelnen scharf abgegrenzten Krankheitserscheinungen zu tun haben. Zur Kenntnis der am häufigsten vorkommenden Krankheitsanzeichen erwies es sich als zweckmäßig, die einzelnen Typen in ein Schema einzu-

ordnen. Wie die zusammenfassende Tabelle IV weiterhin zeigt, lassen sich nicht nur die Krankheitsbilder bei den Papilionaceen in ein gemeinsames Schema einordnen, sondern darüber hinaus können auch die Mosaiksymptome anderer Pflanzen in dessen Rahmen wiedergegeben werden. Wie wir weiter gesehen haben, sind zahlreiche Übergänge zwischen den hier wiedergegebenen Krankheitsbildern, zu denen sich im Verlauf der Krankheit mehr oder weniger weitgehende Verunstaltungen der Blätter und schließlich der ganzen Pflanze gesellen können, möglich. Diese Krankheitsformen lassen sich kaum in ein Schema einordnen, da ihr Ausfall in den meisten Fällen von Einflüssen verschiedener Art (Zeitpunkt der Infektion, Sortenempfänglichkeit u. a. m.), wie wir gesehen haben, abhängt.

Übertragung der Mosaikkrankheit während der Vegetation.
(Von Pflanze zu Pflanze)

Was die Übertragung der Mosaikkrankheiten betrifft, so bestehen in der Natur folgende Möglichkeiten:

1. Übertragung durch den Boden,
2. ,, ,, ,, Samen,
3. ,, ,, Insekten.

Dazu kommt die künstliche Übertragung durch Injektion von Saft und durch Pfropfung.

Von diesen Möglichkeiten schaltet die erste bei den Papilionaceen aus.

Die Übertragung durch den Samen wird in einem besonderen Kapitel ausführlich besprochen, der folgende Abschnitt soll sich zunächst mit der Saftübertragung und der Übertragung durch Insekten befassen.

I. Versuchstechnik.

Um eine möglichst einwandfreie Versuchsausführung zu erzielen, wurden eigens zum Zweck der Übertragungsversuche hergestellte Gazekästen verwandt, die unten mit Zinkblech benagelt sind und in einen ständig mit Wasser gefüllten Zinkuntersatz eintauchen.

Neben einigen bekannten Methoden der Saftübertragungen (Einspritzen von Preßsaft vermittels einer Rekordspritze, Einführen des Preßsaftes mit Hilfe von Kapillarglasnadeln, Verreiben von mit feinem Quarzsand vermischtem Gewebebrei kranker bezw. gesunder Blätter auf der Blattfläche der zu infizierenden Pflanze) wurde eine Methode besonders häufig angewandt, nämlich die, daß Gewebebrei

in Schnittwunden von verschiedener Führung und Größe eingebracht wurde.

Zu den Übertragungsversuchen vermittels Blattläusen wurden vornehmlich die Arten *Aphis fabae* Scop. und *Macrosiphum pisi* Kalt. herangezogen.

II. Die Übertragungsversuche.

Betrachten wir nun im einzelnen die Übertragungsmöglichkeiten, und zwar zunächst:

a) Innerhalb der gleichen Spezies.

1. Durch Preßsaft von kranken Pflanzen.

aa) *Phaseolus* (mosaikkrank) — *Phaseolus* (gesund).

Vermittels Kapillarglasnadeln wurden im Herbst 1926 etwa 50 *Phaseolus*-Pflänzchen mit von kranken Pflanzen derselben Art und Sorte hergestelltem Preßsaft beimpft, indem die Spitze der Nadeln flach in die Hauptblattrippen oder aber seitlich von oben her in die Stengel eingeführt wurde.

Von diesen mit Mosaikvirus infizierten 50 Pflanzen zeigten indessen nur 2 Pflanzen nach etwa 6 Wochen deutliche Mosaikkrankheitssymptome, während einige andere auf den bereits vergilbenden Blättern mosaikverdächtige Anzeichen aufwiesen. Die Kontrollpflanzen blieben gesund.

Im Frühjahr 1927 wurde dieser Versuch wiederholt und zwar mit Hilfe einer Rekordspritze kranker Preßsaft in die Stengel von 25 Tage alten *Phaseolus*-Pflänzchen eingeführt. Das Alter der den virushaltigen Preßsaft liefernden Pflanzen derselben Art und Sorte betrug etwa 3 Monate. Verdächtige Anzeichen traten in diesem Versuch bei einigen Pflanzen bereits nach 28 Tagen auf. Da die Pflanzen in Anbetracht des Lichtmangels unter den Hauben (es wurden hier noch mit Nessel bespannte Holzrahmen verwandt) vergeilt waren, wurden sie nach der ersten Beobachtung ins Freie gebracht. Obgleich sie hier noch etwa 2 Monate verblieben, konnten bis zum Schluß dieses Versuches keine deutlichen Mosaikkrankheitssymptome festgestellt werden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, daß dieselben infolge der abnormen Wachstumsbedingungen maskiert waren und blieben. Auch in diesem Versuch zeigten die Kontrollpflanzen keinerlei Krankheitsanzeichen. Anschließend wurden nochmals inzwischen herangezogene, etwa 14 Tage alte *Phaseolus*-Pflänzchen mit Hilfe einer Rekordspritze mit aus kranken Blättern derselben Art und Sorte hergestelltem Preßsaft beimpft. Die Pflänzchen hatten gerade die ersten beiden Blätter nach den Keimblättern voll entwickelt. Die Nadelspitze wurde in den Vegetationspunkt

eingeführt. Bereits nach einigen Tagen wiesen die sich nächstentfaltenden Blättchen eigenartiges Rollen und abnorme gelbe Felderung zwischen der grünen Blattnervatur auf. Etwa 4 Tage später schienen die Blättchen sich wieder etwas zu strecken, während die gelbe Verfärbung sich teilweise bis zu den Blatträndern über die Fläche verbreitete. Im Verlaufe der nächsten 3 Wochen traten an verschiedenen weiteren Pflanzen Krankheitssymptome auf, die zwar anfänglich z. T. maskiert waren, dann aber bei günstiger Beleuchtung und nach dem Verbringen ins Freie deutlich sichtbar wurden. Nach weiteren 6 Wochen wurde auch dieser Versuch abgebrochen, da sich Nekroseerscheinungen an den Pflanzen einstellten.

Obgleich trotz dreifacher Wiederholung ein klares Versuchsergebnis nicht vorliegt, ist doch auf Grund der Tatsache, daß einige Pflanzen auf die Infektion reagierten, die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß eine Mosaikübertragung von *Phaseolus* auf *Phaseolus* durch den Preßsaft stattfinden kann. Offenbar ist eine bestimmte Konstellation der Umweltfaktoren für das Gelingen der Übertragung der Krankheit durch Preßsaft ausschlaggebend.

Reddick und Stewart (26, 27, 33) sind ähnliche Übertragungsversuche von *Phaseolus vulgaris* auf *Phaseolus lunatus macrocarpus* und *Phaseolus acutifolius latifolius* gelungen. Die Versuchsansteller, die es sich hauptsächlich zur Aufgabe gemacht hatten, 70 Bohnensorten (*Phaseolus* und *Vicia*) auf ihre Empfänglichkeit gegenüber der Mosaikkrankheit eingehenden Prüfungen zu unterziehen, beobachteten die einzelnen Sorten anscheinend nur im Freiland, wo dieselben in langen Reihen nebeneinander angepflanzt waren. Hier wurden in gewissen Zeitabständen die Infektionen in der Weise ausgeführt, daß mosaikkranke Blätter zerrieben und so der Saft mit Blättern von gesunden *Phaseolus*-Pflanzen in innige Berührung gebracht, bezw. letztere verletzt wurden. Die ersten Krankheitsanzeichen traten hier etwa nach 4 Wochen auf und zwar an solchen Blättern, die sich etwa zur Blütezeit entfalteten.

Eine erfolgreiche Infektion auf andere als nach der hier geschilderten Methode gelang Reddick und Stewart niemals. Bei den Freilandversuchen erhielten sie eine hohe Prozentzahl von gelungenen Infektionen. Fajardo (15) übertrug das „bean (*Phaseolus*?)-Mosaik“ auf die gleiche Art künstlich durch Einreiben des Virus in die Blätter. Der Erfolg war eine Infektion von 80—100 %.

bb) *Pisum* (mosaikkrank) — *Pisum* (gesund).

Gleichlaufend mit den oben beschriebenen Saftübertragungsversuchen bei *Phaseolus* wurden solche bei *Pisum* ausgeführt. Die auch hier in dreifacher Wiederholung und nach voneinander abweichenden Methoden durchgeführten Versuche verliefen vollständig negativ.

Allerdings war eine exakte Beobachtung hier deshalb nicht in sämtlichen *Pisum*-Versuchen möglich, weil sich starker Mehltaubefall, trotz Schwefels, nicht verhindern ließ.

Doolittle und Jones (12) dagegen erzielten bei ihren Übertragungsversuchen vermittels künstlicher Beimpfung bei *Pisum* im Durchschnitt einen Krankheitsbefall von 38 % in 14 Tagen. Sie führten die Beimpfungen auf zweierlei Art aus, und zwar einmal durch „pricking" von mosaikkrankem Saft und zum anderen dadurch, daß sie ein winzig kleines Stückchen eines ganz fein zerkleinerten mosaikkranken Blättchens in einen leichten Einschnitt nahe der Basis und an der Spitze des Stengels einführten. Die Kontrollpflanzen, die unter den gleichen Hüllen (cages) mit den geimpften Pflanzen zusammen aufwuchsen, wurden in derselben Weise, nur mit gesundem Saft beimpft und erkrankten nicht.

cc) *Lathyrus* (mosaikkrank) — *Lathyrus* (gesund).

Eigene Versuche mit *Lathyrus odoratus* wurden derart ausgeführt, daß Gewebebrei aus mosaikkranken Blatt- und Stengelteilen durch Zerreiben im Mörser hergestellt wurde, der sofort in mit Hilfe einer Lanzettnadel an gesunden *Lathyrus*-Pflänzchen ausgeführte Verwundungen (Schnitte) gebracht wurde. Diese Schnitte wurden bei diesem Versuch und bei allen in letzter Zeit angestellten Saftübertragungsversuchen unterhalb eines seitlich abzweigenden Stengels senkrecht zu diesem, also fast quer zur Achse angebracht. Man kann annehmen, daß auf diese Weise das Phloemgewebe verletzt (wird) und daß daher der Krankheitsstoff von dem Saftstrom innerhalb der Pflanze aufgenommen wird. Tatsächlich wurden nach dieser Methode des Überimpfens bei mit anderen Pflanzen am Institut ausgeführten Versuchen die meisten erfolgreichen Infektionen erzielt. Trotzdem blieb bei *Lathyrus* jeglicher Erfolg aus, obgleich die infizierten Pflanzen über 5 Monate lang beobachtet wurden.

Hingegen gelang es Taubenhaus (34) bereits im Jahre 1914, durch ein Punktieren mit sterilen Nadeln von mosaikkranken *Lathyrus*-Blättchen auf ebensolche gesunde die im Freiland beobachteten Mosaikkrankheitssymptome überzuimpfen und letztere tatsächlich nach 10 Tagen zu beobachten. Die Kontrollpflanzen, die auch unter Hüllen (cages) gehalten und auf gleiche Weise, allerdings ohne Saft punktiert waren, blieben bis zum Schluß gesund.

Auch Doolittle und Jones (12) berichten von erfolgreichen Saftübertragungsversuchen von *Lathyrus* auf *Lathyrus*, und zwar wendeten die Autoren die gleiche Art des Überimpfens an, wie bei den oben bereits erwähnten *Pisum*-Saftübertragungsversuchen. Sie erzielten auf diese Weise bei *Lathyrus* in 11—12 Tagen eine Infektion bis zu 60 %.

dd) *Trifolium* (mosaikkrank) — *Trifolium* (gesund).

Die einmaligen Saftübertragungsversuche mit *Tr. pratense* zeitigten ein positives Ergebnis. Die Blätter von 300—400 gesunden Pflänzchen wurden mit Gewebebrei eingerieben, der von mosaikkrankem Rotkleematerial in einem Mörser hergestellt und mit feinem weißen Sand versetzt war. Nach etwa 6 Wochen wiesen die jüngsten Blättchen mindestens zur Hälfte deutlich die ersten Mosaikkrankheitssymptome auf. Eine weitere Beobachtung dieser Pflanzen wurde dadurch vereitelt, daß die Blättchen früh Nekroseerscheinungen zeigten und außerdem im Verlaufe dieses Versuches stark von Mehltau befallen wurden.

In seiner hier schon oft zitierten Publikation (13) erwähnt Elliott u. a. erfolgreiche Saftübertragungsversuche von *Trifolium pratense* auf *Tr. pratense* (Verreiben mosaikkranker Blättchen auf solchen von gesunden Pflanzen). Die Inkubationszeit betrug durchschnittlich 10—15 Tage. Die hierbei durch künstliche Infektion („inoculations") erzielten Mosaiksymptome unterschieden sich in nichts von den natürlichen. „Inoculations" an *Tr. repens* verliefen nach Elliotts Angaben erfolglos, während Dickson (8) eine Infektion von *Tr. repens* (von *Tr. pratense* aus) erwähnt, bei der von 9 infizierten 3 Pflanzen in 10 bis 15 Tagen krank wurden. Im Zusammenhang damit führt der gleiche Autor auch erfolgreiche Infektionen bei *Tr. pratense* (von 23 Pflanzen 12 krank), bei *Tr. hybridum* (von 32 Pflanzen zeigten 15 die Krankheit) und *Tr. incarnatum* (von 5 Pflanzen 2) an, ohne besondere Angaben über die Infektionsmethode selbst zu machen.

ee) *Medicago*-Arten (mosaikkrank) — *Medicago*-Arten (gesund)
und
Melilotus-Arten (mosaikkrank) — *Melilotus*-Arten (gesund).

Eigene Saftübertragungsversuche wurden bei beiden Arten nicht ausgeführt, da bei den *Medicago*-Arten in der Natur keinerlei Krankheitssymptome bemerkt wurden und da sich *Medicago* (Tiefwurzler) schlecht als Versuchspflanze eignet.

Bei *Medicago sativa* verliefen nach den Beobachtungen von Elliott (13) und von Dickson (9) Saftinfektionen erfolglos. Ersterer berichtet sogar, daß Luzerne und Weißklee zwischen mosaikkrankem Süßklee (*Melilotus alba*) im Freiland aufwuchsen, daß aber während einer Beobachtungszeit von 4 Sommern keine Krankheitssymptome an jenen beiden Arten bemerkt worden seien, obgleich Infektionsversuche zu wiederholten Malen ausgeführt wurden. Wie sich in dieser Beziehung *Medicago arabica*, *Medicago lupulina*, *Melilotus alba* und *Melilotus officinalis* nach den Angaben der beiden Autoren verhalten, ist aus der beigefügten Tabelle V (s. S. 332) ersichtlich. Als besonders anfällig

wird sowohl von Mc Larty (25) als auch von Elliott (13) *Melilotus alba* bezeichnet. Nach dem Bericht von Mc Larty erkrankten von 20 infizierten *Melilotus*-Pflanzen in 22 Tagen 12 Pflanzen. Derselbe Preßsaft durch Chamberlandfilter geschickt ließ einen Befall von 15 : 4 erkennen.

ff) Lupine (mosaikkrank) — Lupine (gesund).

Die Versuchspflanzen wurden im Alter von 3 Wochen mit Hilfe einer Lanzettnadel vermittels Brei von krankem Gewebe beimpft. Obgleich der Versuch 5 Monate lang beobachtet wurde, ließen sich während dieser Zeit keinerlei Krankheitsanzeichen erkennen.

gg) Überimpfen von verschiedenen Mosaikformen und von Saft gesunder Pflanzen auf gesunde Pflanzen.

An *Phaseolus* und an *Pisum* wurde der Versuch unternommen, die einzelnen Mosaikzeichnungen von Pflanze zu Pflanze getrennt überzuimpfen. Es kamen an *Phaseolus* 6 verschiedene Typen zur Überimpfung. Obgleich die Injektionen peinlichst genau ausgeführt wurden, mußte der Versuch, ohne irgend einen Erfolg gezeitigt zu haben, nach 2 Monaten abgebrochen werden.

Ebenso erging es mit Injektionen, die zur Prüfung der Viro-Plasmatheorie von Johnson (18) ausgeführt wurden. Sämtliche oben bereits beschriebenen Versuche umfaßten ja auch je eine Übertragung von Saft gesunder Pflanzen auf eine gesunde Pflanze gleicher Art. Eine Reaktion war jedoch nie festzustellen.

Schließlich sei im Anschluß hieran kurz erwähnt, daß Versuche, die Panaschierung am Klee (s. S. 317) sowohl durch Preßsaft als auch mit Hilfe von Blattläusen auf nicht panaschierte Kleepflanzen der gleichen Art zu übertragen, angestellt wurden, daß sie jedoch irgend einen Erfolg nicht aufwiesen.

Übertragungsversuche mit *Vicia faba* erübrigten sich, da solche schon von Böning (3) angestellt waren. Nur in Verbindung mit anderen, später zu erwähnenden Saftübertragungsversuchen wurde nochmals nach einer anfangs Erfolg verheißenden Impfmethode auch hier der Versuch unternommen, die Mosaikkrankheiten vermittels Preßsaftes von *Vicia* auf *Vicia* zu übertragen. Auch dieser Versuch mußte nach sehr langer Beobachtungszeit ohne Erfolg abgebrochen werden.

Obgleich die eigenen Saftübertragungsversuche innerhalb der gleichen Spezies fast alle trotz teilweise dreifacher und in der Art der Ausführung verschiedener Wiederholung nur negative Resultate zeitigten, wäre es voreilig, auf Grund dieser Versuche die Möglichkeit einer Saftübertragung innerhalb der gleichen Spezies bei den Leguminosen zu leugnen, umso mehr als die amerikanischen Autoren in mehreren Fällen

erfolgreiche Infektionen ausgeführt haben. Jedenfalls aber geht eine Saftübertragung nur sehr schwer von statten.

2. Durch Blattläuse.

aa) *Phaseolus* (mosaikkrank) — *Phaseolus* (gesund).

Zur Übertragung wurde die schwarze Blattlaus, *Aphis fabae Scop.*[1]), herangezogen. Wiederholte Versuche im Herbst 1926 und im Sommer 1927 ergaben im Durchschnitt einen Mosaikkrankheitsbefall von etwa 23 % in etwa 28 Tagen. Eine im Rahmen anderer, späterer Versuche im Sommer 1928 angestellte Beobachtung ergab nach etwa 4 Wochen im Durchschnitt an 40 % der Versuchspflanzen mosaikverdächtige Symptome. Nachdem die Versuchspflanzen ins Freie gesetzt und hier noch eine Woche lang beobachtet waren, konnte man beim Abschluß des Versuches feststellen, daß, obgleich die Läuse inzwischen abgestorben waren, an 90 % der Pflanzen jetzt typische Mosaiksymptome aufwiesen.

Übertragungsversuche mit Hilfe der Blattlaus *Macrosiphum pisi* Kalt. wurden an *Phaseolus* nicht angestellt, da diese Laus im Freilande nie an der Buschbohne beobachtet wurde.

Aus der Literatur ist ein Versuch, der sich mit der Übertragung der Mosaikkrankheit von *Phaseolus* auf *Phaseolus* durch Blattläuse speziell befaßt, nur von Fajardo zu erwähnen. Er berichtet (15): „Successful results were obtained with three species of mosaic-reared aphids and mealy bugs. (Coccidae). Negative results have thus far been obtained with leafhoppers, 12-spotted and striped cucumber beetles, red spider, thrips, tarnished plant bug and white fly“.

bb) *Pisum* (mosaikkrank) — *Pisum* (gesund).

Übertragungsversuche mit *Aphis fabae* Scop. ergaben einen Durchschnittsbefall von 66 % nach etwa 4 Wochen. Ebensolche mit *Macrosiphum pisi* Kalt. fielen anfänglich ergebnislos aus, da sich diese Art, die im Freiland stets, je nach den Witterungsverhältnissen, in mehr oder weniger großen Mengen auf *Pisum* angetroffen wird, rapide vermehrte. Diese Massenvermehrung, verbunden mit den ohnehin ungünstigen Wachstumsverhältnissen unter den Hauben, verursachten zu wiederholten Malen ein sehr frühes Absterben der Versuchspflanzen. Eine exakte Beobachtung war hier fast ausgeschlossen. Ein letzter, besonders angelegter Versuch in dieser Richtung ergab nach etwa 20 Tagen die ersten Befallsbilder und nach weiteren 20 Tagen einen fast einheitlichen Krankheitsbefall. Die Kontrollpflanzen blieben gesund.

[1]) Anm. Es kann nicht mit Sicherheit behauptet werden, daß sich unter den verwendeten Läusen nicht auch einzelne Exemplare anderer Arten befanden, da sich derartige Invasionen kaum vermeiden lassen.

Doolittle und Jones (12) erzielten bei *Pisum sativum* gelegentlich ihrer Mosaikübertragungsversuche mit Hilfe von *Macrosiphum pisi* Kalt. im Durchschnitt einen Befall von 85 % in 10—15 Tagen. Die Kontrollpflanzen, die mit anscheinend gesunden Läusen derselben Art besetzt wurden, blieben gesund. Van der Meulen (22) hingegen gelang weder eine Übertragung vermittels *Rhopalosiphum pisi* noch eine solche mit *Aphis fabae.*

cc) *Lathyrus* (mosaikkrank) — *Lathyrus* (gesund).

Die Übelstände sind hier die gleichen wie bei *Pisum.* Es wurden wohl nach einiger Zeit verdächtige Krankheitssymptome bemerkt, doch war eine weitere Beobachtung dieser Versuche aus den oben geschilderten Gründen unmöglich. *Aphis fabae* Scop. wurde auf *Lathyrus* nie gesehen. Trotzdem wurde einigemale der Versuch unternommen, diese Laus zunächst auf mosaikkranke *Lathyrus*-Stauden überzusiedeln. Bereits dieser Versuch schlug jedesmal fehl, da die Läuse die Pflanzen nicht annahmen und eingingen. Ein letzter Versuch in dieser Richtung mit *Macrosiphum pisi* Kalt. brachte jedoch bereits nach 16 Tagen die ersten Krankheitsanzeichen.

Bei Doolittle und Jones (12) finden wir für *Lathyrus odoratus* Befallzahlen von 79 % in 12 Tagen, während Taubenhaus (34) nur eine Inkubationszeit von 10 Tagen gelegentlich seiner Übertragungsversuche mit Aphiden (eine Art ist nicht genannt) für *Lathyrus* angibt.

dd) *Trifolium* (mosaikkrank) — *Trifolium* (gesund).

Da sich im Freilande an den Kleearten *Aphis fabae* Scop. nur selten vorfand, wurde nur ein einmaliger Versuch in dieser Richtung unternommen. Dieser fiel, wie zu erwarten war, negativ aus, da die Läuse den Klee (*Tr. pratense*) nicht annahmen und eingingen. *Macrosiphum pisi* Kalt. hingegen, die sich auf Klee stark vermehrte, übertrug die Mosaikkrankheit von Rotklee auf Rotklee, und zwar zeigten sich die ersten Krankheitssymptome, nachdem 5—6 Wochen seit der Besetzung mit Läusen verstrichen waren.

Den Übergang von Kleemosaik auf Klee, nämlich von mosaikkrankem Weißklee (*Tr. repens*) auf gesunden Weißklee und gesunden Rotklee (*Tr. pratense*) prüfte van der Meulen (22), indem er verschiedene Blattlausarten (*Myzus persicae. Macrosiphum pisi* und *Aphis Rhamni* Boyer de Fonse) zur Übertragung heranzog. Ein von Dickson (8 und 9) mit *Macrosiphum pisi* Kalt. als Überträger angesetzter Versuch, bei dem die Mosaikkrankheit von krankem auf gesunden Rotklee (*Tr. pratense*) zur Übertragung gelangte, zeigte im Durchschnitt nach 19 Tagen etwa 66 % kranke Rotkleepflanzen. In ähnlicher Weise reagierte *Trifolium hybridum* auf Übertragung von *Trifolium pratense*

aus durch *Macrosiphum pisi* Kalt. (58 % nach 18—19 Tagen). Ferner berichtet Dickson, daß *Macrosiphum pisi* die Mosaikkrankheit von *Tr. pratense* sowohl auf *Tr. repens* als auch auf *Tr. incarnatum* übertrug. Im ersteren Falle erkrankten von 7 Pflanzen 4 nach 22 Tagen, und im letzten Falle von 5 Pflanzen 3 nach 24 Tagen. Gleichzeitig wurden von gesunden auf gesunde Rotkleepflanzen Läuse (*Macrosiphum pisi*) übergesetzt. Nach einem Verlauf von 2 Monaten zeigte sich kein Mosaik.

ff) Lupine (mosaikkrank) — Lupine (gesund).

Da die Lupine sich unter Gazehauben in Töpfen sehr schlecht heranziehen läßt und die Läuse (*Macrosiphum pisi*) sich teilweise sehr stark vermehrten, mußte ein Versuch frühzeitig abgebrochen werden. Bei einer Wiederholung desselben konnte schließlich eine Übertragung von mosaikkranken Lupinen auf gesunde Lupinen durch *Macrosiphum pisi* nach 18 Tagen festgestellt werden. Im übrigen wurden hier, wie auch bei *Medicago* und *Melilotus* in der Hauptsache nur Übertragungsversuche von anderen Papilionaceen her ausgeführt.

Besondere Versuche, die Mosaikkrankheit von *Vicia* auf *Vicia* vermittels Blattläusen zu übertragen, wurden nicht angestellt, da Böning bereits eine Übertragung mit Hilfe mehrerer Blattlausarten und anderer Insekten nachgewiesen hat. Demgegenüber erscheint es bemerkenswert, daß van der Meulen (22) keine Übertragung vermittels *Aphis fabae* erzielte, daß dem Autor jedoch eine solche vermittels *Rhopalosiphum fabae* gelang. Nach 9 Tagen zeigten von 3 Pflanzen 2 typische Krankheitssymptome.

Allgemein läßt sich also sagen, daß die natürlichen Überträger der Mosaikkrankheiten der Papilionaceen verschiedene Blattlausarten sind. Versuche mit anderen Insekten wurden nicht angestellt.

b) Zwischen verschiedenen Spezies.
(Prüfung der Verwandtschaftsverhältnisse)

1. Durch Pflanzensäfte (s. dazu Tabelle V, S. 332).

Die Tabelle V A zeigt, daß Saftübertragungsversuche von einer Art zur anderen durchweg (mit einigen Ausnahmen, die aber als sehr unsicher zu bezeichnen sind) mißlangen. Das kann nach dem, was über die Saftübertragung innerhalb der gleichen Art gesagt wurde, nicht verwundern.

Auch in der Literatur wird über eine Anzahl mißlungener Versuche berichtet. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, daß die amerikanischen Autoren z. T. von erfolgreichen derartigen Versuchen berichten. Es handelt sich um die in Tabelle V B wiedergegebenen Fälle.

Ein Urteil über die teilweise einander widersprechenden Ergebnisse dieser Versuche ist nicht möglich, da genaue Einzelheiten über die Versuchstechnik nicht angegeben werden.

Die eigenen Versuche, die teilweise 5 Monate lang beobachtet wurden, zeitigten, wie bereits erwähnt und aus Tabelle V A ersichtlich ist, einige allerdings fragwürdige positive Ergebnisse. Die Krankheitssymptome traten in einem Falle nach Verlauf von 5 und 22 Wochen und in einem anderen Falle nach 10 und 11 Wochen an jungen Seitentrieben von *Lathyrus*- bezw. *Vicia*-Pflanzen auf. An jener Stelle des Hauptstengels, an der der Schnitt zum Zweck der Infektion gemacht war, hatte die infizierte Pflanze Kallus gebildet. Unterhalb dieses Kallus wurde später ein kräftiger Seitensproß von der Pflanze gebildet. Diese Erscheinung veranlaßte eine teilweise Wiederholung dieses Versuches, indem kranker Gewebebrei von *Pisum*, *Lathyrus* und von *Vicia* auf je 40 *Vicia*-Pflanzen übertragen wurde. Um ein Hervortreiben der Seitensprosse zu beschleunigen, wurden die so infizierten Versuchspflanzen in verschiedenen Zeitabständen nacheinander geköpft. Da nach dieser dreimaligen Prozedur keinerlei Krankheitssymptome an den jungen Seitensprossen sich zeigten, wurde der Versuch abgebrochen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß gleichlaufend mit den obigen Saftübertragungsversuchen zwischen den verschiedenen Arten auch solche Versuche angestellt wurden, in denen gesunder Saft auf die einzelnen gesunden Leguminosen übertragen wurde. Doch auch hier traten während einer 5—6monatlichen Beobachtung keine abnormen Blattzeichnungen, die auf Mosaikkrankheitssymptome vielleicht hätten hindeuten können, auf.

2. Durch Blattläuse (s. dazu Tabelle VI, S. 334).

Die Ergebnisse der Übertragungsversuche mit Blattläusen sind in Tabelle VI zusammengestellt. Es sei hier erwähnt, daß viele Versuche schon daran scheiterten, daß die Läuse (insbesondere *Aphis fabae*) sich an die neue Wirtspflanze schwer gewöhnten und starben oder wenigstens an Zahl stark zurückgingen. *Macrosiphum pisi* vermehrte sich jedoch teilweise derart stark, daß eine weitere Beobachtung des betreffenden Versuches unmöglich wurde.

Was die Übertragungsversuche selbst betrifft, so ist den Tabellen noch folgendes zur Erklärung hinzuzufügen: Übertragungsversuche von *Vicia faba* auf 13 verschiedene Leguminosen (s. Tabelle VI A, Versuch 20—31) ergaben einen ziemlich einheitlichen Krankheitsbefall fast aller Versuchspflanzen. Diese Übertragung wurde ursprünglich eingeleitet mit der Blattlausart *Aphis fabae* Scop. Im Verlauf des Versuches konnte es jedoch nicht verhindert werden, daß die Blattlaus

Tabelle V.

Saftübertragungsversuche zwischen verschiedenen Spezies.

A. Eigene Ergebnisse.

Methode der Übertragung	Ausgangspflanze (krank)	Infizierte Pflanze	Erfolg %	Inkubationszeit (Tage)	Zeit des Infektionsversuches.
Kapillar-Glasnadeln	*Phaseolus*	*Pisum*	—	—	Herbst 1926
Gewebebrei in Schnittwunden	„	*Pisum*	—	—	Sommer 1927
„ „ „	„	*Lathyrus*	—	—	„ „
„ „ „	„	*Vicia faba*	—	—	„ „
„ „ „	„	*Lupinus*	—	—	„ „
Kapillar-Glasnadeln	*Pisum*	*Phaseolus*	—	—	Herbst 1926
Gewebebrei in Schnittwunden	„	*Phaseolus*	—	—	Sommer 1927
„ „ „	„	*Lathyrus*	(5) (10) } —	(35) (154)	„ „
„ „ „	„	*Vicia faba*	(5)—	(77)	„ „
„ „ „	„	*Lupinus*	—	—	„ „
„ „ „	*Lathyrus*	*Phaseolus*	—	—	„ „
„ „ „	„	*Pisum*	—	—	„ „
„ „ „	„	*Vicia faba*	(5)—	(70)	„ „
„ „ „	„	*Lupinus*	—	—	„ „
„ „ „	*Vicia faba*	*Phaseolus*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Pisum*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Lathyrus*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Lupinus*	—	—	„ „
„ „ „	*Trifolium prat.*	*Phaseolus*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Pisum*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Lathyrus*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Vicia faba*	—	—	„ „
„ „ „	„ „	*Lupinus*	—	—	„ „
„ „ „	*Lupinus*	*Phaseolus*		—	„ „
„ „ „	„	*Pisum*	–	—	„ „
„ „ „	„	*Lathyrus*	—	—	„ „
„ „ „	„	*Vicia faba*	–	—	„ „
B. Ergebnisse anderer Autoren.					
s. oben	s. oben	s. oben	s. oben	s. oben	Autor
„pricking or inserting“ (?)	*Phaseolus*	*Pisum*	–	—	Doolittle u. Jones
„ „ „ (?)	„	*Lathyrus*	—	—	„ „
Einreiben der Blätter (?)	„	*Vicia faba*	+	? (28)	Reddick u. Stewart
?	„	*Lathyrus*		—	Dickson
?	„	Klee-Arten	—	—	„
?	*Pisum*	*Lathyrus*	17	?	„
„pricking or inserting“ (?)	„	„	53	?	Doolittle u. Jones
?	„	*Trif.*-Arten u. *Melilotus alba*	— 1 Pfl. Tr. hybrid.	— (11)	} Dickson
„pricking or inserting“ (?)	*Lathyrus*	*Pisum*	34	14	Doolittle u. Jones
„ „ „ (?)	*Trifolium prat.*	„	41	13	„

Tabelle V. (Fortsetzung)
B. Ergebnisse anderer Autoren.

Methode der Übertragung	Ausgangs-pflanze (krank)	Infizierte Pflanze	Erfolg %	Inkubations-zeit (Tage)	Autor
„pricking or inserting" (?)	*Trif. pratense*	*Lathyrus*	23	?	Doolittle u. Jones
Einreiben (?)	„ „	*Medicago sat.*	—	—	Elliott
„	„ „	*Melilotus alba*	+	10—15	„
„	„ „	*Medicago arab.*	+	„	„
„	„ „	*Vicia faba*	+	„	„
„	*Melilotus* alba	*Trifolium prat.*	+	„	„
„	„ „	*Medicago arab.*	+	„	„
„	„ „	*Vicia faba*	+	„	„
„	„ „	*Trifolium rep.*	—	—	„
„	„ „	*Medicago sat.*	—	—	„
?	*Trifolium prat.*	*Medic. lupulina*	37 (8/3)	10—15	Dickson
?	„ „	*Melilotus alba*	—	—	„
?	„ „	*Melil. officin.*	—	—	„
„pricking or inserting" (?)	*Melilotus alba*	*Pisum*	—	—	Doolittle u. Jones
„ „ „	„ „	*Lathyrus*	—	—	„

Macrosiphum pisi Kalt. sich ebenfalls ausbreitete und zwar schließlich derartig stark, daß *Aphis fabae* allmählich verdrängt wurde.

Nachdem die in der Tabelle VI A im einzelnen aufgeführten Resultate vorlagen, wurde ein Rückübertragungsversuch auf *Vicia faba* angestellt. Nach 26 Tagen wurden verdächtige und typisch mosaikkranke, ferner nach 43 und schließlich nach 52 Tagen typisch mosaikkranke Pflanzen festgestellt. Nach weiteren 28 Tagen wurden zu diesen kranken *Vicia*-Pflanzen wiederum gesunde Rotklee-, Inkarnatklee-, Erbsen- und Lupinenpflanzen gesetzt. Da diese Zeit (Mitte Oktober) für Vegetationsversuche nicht geeignet war, konnten die Beobachtungen erst zu Beginn der neuen Vegetationsperiode (Ende Februar) fortgesetzt werden. Zu dieser Zeit zeigten sämtliche Klee- und Erbsenpflanzen typische Krankheitsbilder, während die Lupinen gesund (maskierte Krankheitssymptome ?) blieben. Dieser Versuch wurde dann nach weiteren 4 Wochen (Ende März) abgebrochen.

Dieser Übertragungsversuch, in dem die Befallsbilder durchweg die gleichen waren wie bei Übertragungsversuchen innerhalb der gleichen Spezies (im Gewächshaus), zeigt, daß die Mosaikkrankheit innerhalb der Familie der Papilionaceen durch Blattläuse allgemein übertragbar ist.

Was in der Literatur über Kreuzübertragungsversuche mittels Läusen bekannt wurde, ist in Tabelle VI B zusammengestellt. Die Ergebnisse decken sich mit den Resultaten der eigenen Versuche, nur ist

Tabelle VI.
Läuseübertragungsversuche zwischen verschiedenen Spezies.
A. Eigene Ergebnisse.

No.	Läuse-Art	Kranke Ausgangspflanze	Infizierte Pflanze	Erfolg %	Inkubationszeit (Tage)	Zeit des Versuches
1	*Aphis fabae* Scop.	*Phaseolus*	*Pisum*	—	—	Herbst 1926
2	" " "	"	"	—	—	Sommer 1928
3	" " "	"	*Lathyrus*	(+)—	—	" "
4	" " "	"	*Vicia faba*	30	21—42	" "
5	" " "	"	*Trifolium prat.*	(+)?	(ca. 30)	" "
6	" " "	"	*Medicago sat.*	?	(10)	" "
7	" " "	"	*Lupinus*	33	16	" "
8	*Macrosiphum pisi* Kalt.	*Pisum*	*Phaseolus*	50—66	28—35	" "
9	" " "	"	*Lathyrus*	ca. 90	28	" "
10	" " "	"	*Vicia faba*	—	—	" "
11	" " "	"	*Trifolium prat.*	+	30	" "
12	" " "	"	*Medicago sat.*	?	(10)	" "
13	" " "	"	*Lupinus*	ca. 90	26	" "
14	" " "	*Lathyrus*	*Phaseolus*	+ (58)	35	" "
15	" " "	"	*Pisum*	(+) —	—	" "
16	" " "	"	*Vicia faba*	—	—	" "
17	" " "	"	*Trifolium prat.*	+	28	" "
18	" " "	"	*Medicago sat.*	?	(30)	" "
19	" "	"	*Lupinus*	ca. 100	27	" "
20	*Aphis fabae* u. *Macros. pisi*	*Vicia faba*	*Phaseolus*	ca. 25	12	Sommer 1927
21	" " " " "	" "	*Pisum*	—	—	" "
22	" " " " "	" "	*Lathyrus*	ca. 50	80	" "
23	" " " " "	" "	*Oonobrychis* u. *Ornithopus*	—	—	" "
24	" " " " "	" "	*Anthyllis*	ca. 50	28	" "
25	" " " " "	" "	*Trifolium prat.*	25	ca. 50	" "
26	" " " " "	" "	*Trif. incarnat.*	+	25	" "
27	" " " " "	" "	*Melil. altissim.*	ca. 25	10	" "
28	" " " " "	" "	*Lupinus*	ca. 100	26—30	" "
29	" " " " "	" "	*Trif. hybridum*	ca. 25	58	" "
30	" " " " "	" "	*Trif. repens*	ca. 25	60	" "
31	" " " " "	" "	*Trif. agrarium*	ca. 50	40	" "
32	*Macrosiphum pisi* K.	*Trifolium prat.*	*Phaseolus*	33	30	Sommer 1928
33	" " "	" "	*Pisum*	17	28	" "
34	" " "	" "	*Lathyrus*	+	c. 28-30	" 1927 u. 28
35	" " "	" "	*Vicia faba*	?	(ca. 28)	Sommer 1928
36	" " "	" "	*Lupinus*	?	(ca. 28)	" "
37	*Aphis fabae* u. *Macros. pisi*	*Lupinus*	*Phaseolus*	—	–	" "
38	" " " " "	"	*Pisum*	15+10	ca. 10	" "
39	" " " " "	"	*Lathyrus*	—+20	ca. 15	" "
40	" " " " "	"	*Vicia*	—+20	ca. 11	" "
41	" " " " "	"	*Trif. prat.*	+	ca. 12	" "
42	" " " " "	"	*Medicago sat.*	+(?)	ca. 10	" "

Tabelle VI. (Fortsetzung)
B. Ergebnisse anderer Autoren.

No.	Läuse-Art	Kranke Ausgangspflanze	Infizierte Pflanze	Erfolg %	Inkubationszeit (Tage)	Autor
1	*Macrosiphum pisi* Kalt.	*Pisum*	*Lathyrus*	93	15	Doolittle u. Jones
2	„ „ „	„	*Trif. prat.*	43	ca. 28	„ „
3	„ „ „	*Lathyrus*	*Pisum*	68	12	„ „
4	„ „ „	„	*Trif. prat.*	+ (30)	einige Wochen	„ „
5	*Aphis fabae* u. *Rhopal. vic.*	*Vicia faba*	*Pisum*	+	15	Böning
6	*Macrosiphum pisi*	*Trifolium prat.*	„	+ (96)	Feldversuch	Doolittle u. Jones
7	„ „	„ „	*Vicia faba*	ca. 14	?	Böning
8	*Aphis fabae*	*Phaseolus*	„ „	—	—	van der Meulen

durchschnittlich die Inkubationszeit als kürzer, die Prozentzahl der befallenen Pflanzen als höher angegeben.

Es liegt nahe, hier auch auf Versuche hinzuweisen, die sich damit befassen, die Mosaikkrankheit verschiedener Papilionaceen auf Vertreter anderer Pflanzenfamilien, wie z. B. auf Solanaceen, Cucurbitaceen und Chenopodiaceen (Rübe) und umgekehrt von diesen auf die Papilionaceen zu übertragen. Von den Arbeiten, die sich hauptsächlich damit beschäftigen, seien aus der Literatur einige hervorgehoben.

Elmer (14) gelang eine kreuzweise Übertragung der Mosaikkrankheit zwischen Leguminosen, Solanaceen und Cucurbitaceen.

Ein Jahresbericht (35) einer Landwirtschaftlichen Versuchsstation (Kentucky) berichtet von einem Versuch, Bohnen-, Rotklee-, Saubohnen-Mosaik usw. auf Tabak zu übertragen, wobei der Erfolg allerdings negativ war.

Carsner (5) prüfte verschiedene *Phaseolus*-Sorten auf ihre Anfälligkeit gegenüber dem „curly-top" der Zuckerrübe. Umfangreichere Untersuchungen in dieser Richtung stellte van der Meulen (22) mit Hilfe von Blattläusen an. Eine Übertragung der Mosaikkrankheit von *Vicia* auf Kartoffel und umgekehrt von Kartoffel auf *Vicia* verlief in mehreren Fällen negativ. Eine Übertragung der Mosaikkrankheit von *Trif. repens* auf Kartoffel (und umgekehrt) mit Hilfe der Blattlaus *Myzus persicae* gelang nicht. Dagegen zeigten von 5 Kartoffelpflanzen, die mit „*Aphis rhamni*" von mosaikkrankem Weißklee her besetzt waren, 2 Pflanzen nach etwa 3 Monaten Mosaiksymptome.

Eine Stellungnahme zu diesen Untersuchungen erübrigt sich, da eigene Ergebnisse nicht vorliegen.

Zusammenfassung.

Sämtliche Saftübertragungsversuche legen den Schluß nahe, daß die Mosaikkrankheiten der verschiedenen Papilionaceen auf ein und das-

selbe Virus zurückzuführen sind. So erklärt sich die Tatsache, daß Kreuzübertragungen und Rückübertragungen in allen Fällen gelangen, wenn Blattläuse als Überträger verwandt wurden.

Was die künstliche Übertragung betrifft, so ist sie nach den Angaben der Literatur möglich. Die Mehrzahl der eigenen Versuche in dieser Richtung schlugen jedoch mit wenigen, unsicheren Ausnahmen fehl. Die Frage muß daher zunächst noch unentschieden gelassen werden.

Übertragung der Mosaikkrankheit von Vegetation zu Vegetation.
(Überwinterung des Krankheitsstoffes)

I. Durch die Pflanzen.

a) Durch ausdauernde Gewächse.

Eine Übertragungsmöglichkeit des Infektionsstoffes von Vegetation zu Vegetation durch die Pflanzen selbst wäre zunächst bei ausdauernden Gewächsen, so z. B. beim Klee (Rotklee) zu erwägen. Es wurden daher zahlreiche Töpfe mit verschiedenen Arten Klee, vornehmlich mit Rotklee, die alle im Herbst deutliche Mosaiksymptome zeigten, sowohl im Freien als auch in einer Vegetationshalle den Winter hindurch am Leben erhalten. Fast alle Pflanzen ließen nach dem neuen Austrieb im Frühjahr auf den Blättchen deutlich Mosaiksymptome erkennen, welche teilweise sogar ausgeprägter waren als die früheren. Diese Pflanzen dienten als neue Infektionsquelle. Obgleich Feldbeobachtungen in dieser Richtung nicht angestellt wurden, läßt sich doch der Schluß ziehen, daß wir die Kleearten, besonders die überdauernden Arten, als Winterwirte für das Mosaik-Virus der Papilionaceen zu betrachten haben.

Dahingehende Angaben finden sich auch in der Publikation von Elliott (13), der berichtet, daß mosaikkranke Süßkleepflanzen (*Melilotus alba*) wieder früh in der nächsten Vegetation typische Mosaiksymptome zeigten, während sich solche bei ehemals mosaikkrankem Rotklee im Frühjahr zunächst nicht wieder einstellten. Böning äußert sich dazu bei der Erörterung der „Frage der Überwinterung der Krankheit“, daß es sich hier wahrscheinlich um eine Wiedergesundung des Rotklees gehandelt hat, die man auch gelegentlich bei anderen Leguminosen beobachten kann. Die Feststellungen von Dickson und Mc Rostie (10) lassen jedoch erkennen, daß die Krankheit auf Rotkleesamen übertragbar ist, so daß ihre Überdauerung von Vegetation zu Vegetation auf jeden Fall gewährleistet ist. Schließlich sei hier kurz auf die bereits an anderer Stelle (Tabelle VI B) erwähnten Ergebnisse der Beobachtungen von Doolittle und Jones (12) hingewiesen, wonach der Rotklee frühzeitig im Freiland Krankheitssymptome zeigt und als Infektionsquelle für anderseitige Papilionaceen in Betracht kommt.

b) Durch den Samen.

1. Pollenübertragungsversuch.

Die Frage der Übertragbarkeit der Mosaikkrankheit durch den Samen hat schon verschiedene Autoren beschäftigt, da man hoffen kann, durch ihre Klärung nicht nur Aufschluß über die Ausbreitungsmöglichkeiten, sondern vielleicht auch über die wahre Natur des Virus zu erhalten. Von großem Interesse ist dabei besonders, auf welche Weise der Infektionsstoff in den Samen gelangt. Der Klärung dieser Frage, zunächst bei *Phaseolus*, galt der folgende Versuch:

Einwandfrei gesunder Samen (die Kontrollpflanzen blieben während der ganzen Versuchsdauer gesund) einer Buschbohnensorte wurde unter 10 im Freiland aufgestellten Gazehauben ausgelegt. Im allgemeinen sind Gartenbohnen (*Phaseolus*) bekanntlich Selbstbefruchter, jedoch kommt auch Fremdbefruchtung vor. Infolgedessen wurde, nachdem die Pflanzen unter den Gazehauben aufgelaufen und herangewachsen waren, zur Blütezeit ein großer Teil der Blüten kastriert. Nach 2—3 Tagen wurde auf die Narben der in diesen Blüten verbliebenen Fruchtknoten Blütenstaub von gleichaltrigen Pflanzen derselben Art und Sorte gebracht, die jedoch deutlich typische Mosaiksymptome auf den Blättern zeigten. Der größte Teil der bereits kastrierten Blüten war jedoch in der Zwischenzeit abgefallen oder fiel ab, nachdem der fremde Blütenstaub auf die Narben übergebracht war. Zu einem Fruchtansatz kam es daher nach der Kastration nirgends. Doch auch die nicht kastrierten, zur Kontrolle bestimmten Blüten fielen fast alle vor der Zeit ab. Es setzten im ganzen nur 4 Pflanzen Früchte an, die jedoch nicht zur Ausreife gelangten. Schuld an der Kalamität war wohl der Lichtmangel unter den Gazehauben. Aber auch ein anderer Versuch, bei dem die kastrierten Blüten besonders eingebeutelt wurden, führte zu keinem endgültigen Ergebnis. Daher unterblieben auch ähnliche Übertragungsversuche mit anderer Anordnung.

Einen kurzen Hinweis darauf, daß „the infective principle is carried in the pollen of diseased plants and that plants so infected do not show typical symptoms of the disease but only show it in the progeny“, finden wir in einer der Arbeiten von Reddick und Stewart (26). Nähere Angaben wurden von den Autoren aber noch nicht veröffentlicht.

2. Feststellung der Samenübertragung.

Solange noch nicht festgestellt ist, wie der Infektionsstoff in die Samenanlage gelangt, wird man sich auch nicht erklären können, weshalb bei verschiedenen Pflanzen die Mosaikkrankheit durch den Samen übertragbar ist und bei anderen, selbst der gleichen Art, nicht.

Obgleich bekannt ist, daß bei verschiedenen Papilionaceen die Mosaikkrankheit durch den Samen übertragbar ist, wurden besondere

eigene Untersuchungen darüber angestellt, zu wieviel Prozent eine Samenübertragbarkeit bei den verschiedenen Leguminosen eintreten kann. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt Tabelle VII (s. S. 339).

Sämtliche zur Auslegung gelangten Samen wurden von solchen Pflanzen entnommen, die ehemals für die betreffende Art typische Mosaiksymptome zeigten.

Hinsichtlich der Beobachtungen beim Klee sei bemerkt, daß einige tausend Samen zur Aussaat gelangten und die Pflänzchen nach dem Auflauf verschiedene Male gestutzt wurden. Trotzdem konnten bei einer Beobachtungszeit von 5 Monaten keinerlei Krankheitssymptome an den nachkommenden Trieben festgestellt werden.

Die Ergebnisse anderer Autoren sind in Tabelle VIII (s. S. 340) zusammengestellt.

Im Anschluß an diese Ausführungen über die Samenübertragbarkeit verschiedener Papilionaceen sei noch auf eine Eigentümlichkeit hingewiesen, daß nach den angestellten Beobachtungen bei fast allen Gattungen der Papilionaceen, die zunächst nach dem Auflauf noch Keimblätter tragen, die Mosaikkrankheit samenübertragbar ist.

II. Durch die Blattläuse.

a) Durch überlebende Läuse.

Übertragungsversuche mit Hilfe von Blattläusen haben gezeigt, daß diese, sobald sie sich an kranken Pflanzen aufgehalten haben, die Mosaikkrankheit von Pflanze zu Pflanze während der Vegetation übertragen können. Für die Überwinterung des Virus jedoch scheinen die Blattläuse wenig Bedeutung zu haben. Denn zum allergrößten Teil gehen sie ja im Winter ein. Bei manchen Arten allerdings (*Macrosiphum*) kann man im Rheinland feststellen, daß sich vereinzelte Exemplare den Winter über im Freiland halten und vivipaar fortpflanzen. Bei *Aphis fabae* Scop. konnte das im Freiland nicht festgestellt werden. Überwinternde Läuse haben aber für die Infektion der im Frühjahr heranwachsenden jungen Pflanzen nur dann Bedeutung, wenn sie sich den Winter über an mosaikkranken Papilionaceen aufgehalten haben. Denn sowohl eigene Beobachtungen wie auch die Beobachtungen von Smith (32) haben gezeigt, daß die Blattläuse auf fremden Wirtspflanzen nach einer Generation bereits entweder die Virulenz ganz einbüßen (Smith) oder aber, daß dieselbe nach einigen Generationen mehr und mehr abgeschwächt wird. Wenn Mc Clintock und Smith (24) seinerzeit beobachteten, daß das Spinatmosaik noch nach 3—4 Generationen von Läusen, die in der Zwischenzeit auf Salat und Pfeffer gehalten wurden, in allerdings abgeschwächtem Maße wieder auf gesunden Spinat übertragen wurde, so kann hierfür keine Erklärung abgegeben werden.

Tabelle VII.
Zur Samenübertragung bei den Papilionaceen.
A. Eigene Beobachtungen.

Pflanzen-Art (bezw. Sorte)	Zahl der ausgelegten Samen	Zahl der aufgelaufen. Pflanz.	Zahl der deutl. erkrankten Pfl.	Erkrankung in %	Bemerkungen
1. *Phaseolus:* (10 Sorten) „Wachs Mont d'or" („Terra")	100	96	28	29	Allgemein: Die Samen von 10 *Phaseolus*-Sorten, die besonders typisch Mosaiksymptome im Freiland gezeigt hatten, wurden in Töpfen unter Gazehauben in offener Vegetationshalle ausgelegt. Wegen geilen Wuchses wurden die Pflanzen vor der endgültigen Auszählung ca. 8 Tage ins Freie gebracht. Dauer eines solchen Versuches durchschnittlich 30 Tage.
„Hinrichs Riesen weißgründige ohne Fäden" („Terra")	115	75	23	30	
„Mont d'or" („Terra")	110	95	27	28	
„Schwert von allerfrüheste holländ. Treib" („Terra")	115	90	19	21	
„Unerschöpfliche" („Terra")	105	83	26	31	
„Zucker Brech Thuringia" („Benary")	100	79	37	47	
„Speck weiße dickfleischige" („Dippe")	110	52	16	31	
„Mont d'or" („Sachs") . .	105	71	36	51	
„Nordstern" („Sachs") .	100	78	30	38	
„Triumph ohne Fäden" („Terra")	105	73	29	39	
(1. *Phaseolus:*) Durchschnitt	—	–	—	34.5	
2. *Pisum*	108	96	—	—	unter Gazehüllen im Gewächshaus
„	132	120	1	0.8	
3. *Lathyrus*	120	93	·	—	unter Gazehauben (off. Vegetationshalle)
4. *Vicia faba*	—	ca. 5000	[7]	[0.14]	Freilandbeobachtung (unsicher)
Kleearten: 5. *Trifolium pratense* . .	ca. 2000	ca. 300	—	—	unter Gazehauben (off. Vegetationshalle)
Trifolium incarnatum (rot)	„	„	—	—	dto.
Tr. hybridum	„	„	—	—	dto.
Tr. agrarium	„	„	—	—	dto.
6. *Lupinus*	135	124	2	1.6	dto.

Tabelle VIII.
Zur Samenübertragung bei den Papilionaceen.
B. Beobachtungen anderer Autoren.

Autor	Pflanzenart (bezw. Sorte)	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Zahl der deutlich erkrankt. Pflanzen	Erkrankung in %	Bemerkungen
Reddick u. Stewart	*Phaseolus vulgaris*	100 (?)	52 (?)	50 u. mehr	Im Freiland beobachtet
Mc Clintock	*Phas. lunatus*	?	?	+	dto. (?)
Gardner u. Kendrick	*Soja maximus*	—	—	10—25	Ergebnis von 42 Sorten (Durchschnitt)
Dickson	*Pisum*: (6 Sorten) 1. „Golden Vine“	von 70: 38	29	76	Wie die Versuche ausgeführt wurden, ist aus den Angaben Dicksons nicht zu ersehen.
„	2. „Arthur“	22	13	59	
„	3. „Canadian Beauty“	24	8	3	
„	4. „White Marrowfat“	17	2	12	
„	5. „Chancellor“	19	2	10	
„	6. „Graß Pea“	20	1	5	
Doolittle u. Jones	*Pisum* (6 Sorten)	162	—	—	Frei im Gewächshaus
„ „ „	„ („)	493	—	—	Unter Hüllen im Freiland
„ „ „	„ („Alaska“)	1038	—	—	Unter Hüllen
„ „ „	„ („Ironclad“)	388	—	—	dto.
Böning	*Vicia faba*	ca. 586	—	—	Topfversuch unter Hüllen
„	„ „	500—600	—	—	Freiland
„	„ „	ca. 2000	—	—	„
„	„ „	5—6000	(12 ?)	—	„ (unsicher)
Dickson u. Mc Rostie	Klee: 1. *Tr. pratense*	von 1443: 186	24	13	Im Gewächshaus frei (geräuchert!)
dto.	2. *Tr. hybridum*	von 210: 34	1	3	dto.
dto.	3. *Melilotus alba*	28	4	14	dto.
Fajardo	Bean (*Phaseolus* ?)	?	?	bis 50	—
van der Meulen	*Phaseolus*	22	7	32	—
„ „ „	*Vicia faba*	30	—	—	— (!)
„ „ „	*Tr. incarnatum*	40	—	—	—
„ „ „	*Pisum*	20	—	—	—

Im Anschluß hieran sei eine eigene Beobachtung wiedergegeben, und zwar handelt es sich um Blattläuse der Art *Macrosiphum pisi*, die anfangs auf mosaikkranken Leguminosen (Erbsen, Klee), sodann aber nach dem Absterben dieser Wirtspflanzen auf vorhandenen Unkräutern verschiedener Art weiterlebten. Nach einigen Wochen, nachdem nämlich junge Leguminosen neben jenen Unkräutern herangezogen waren, erfolgte allmählich selbständig eine Übersiedelung der Blattläuse auf die Leguminosen. Hatte auf den Unkräutern eine Vermehrung der Blattläuse nur in beschränktem Maße stattgefunden, so setzte jetzt wiederum eine stärkere Vermehrung ein. Die verschiedenen Leguminosen wurden im Laufe des Frühjahrs bis zum Sommer hin einige Male gewechselt, ohne daß sich noch irgendwelche Krankheitssymptome auf den Blättern dieser Wirtspflanzen zeigten. Die Zeit des Aufenthalts auf den Unkräutern (etwa 8—10 Wochen) hatte also zur Folge, daß auch hier die Läuse anscheinend die Virulenz eingebüßt hatten.

b) Durch Blattlauseier.

Auch die Frage der Überwinterung des Virus im Winterei der die Mosaikkrankheiten übertragenden Blattläuse mußte von Interesse sein. Obgleich eigene Untersuchungen in dieser Richtung speziell bei den Papilionaceen noch nicht abgeschlossen sind, besteht doch bereits nach eigenen Beobachtungen und ganz besonders auf Grund der Versuchsergebnisse von Smith (32) und neuerdings von Bennet (1) keine Wahrscheinlichkeit für die Überwinterung des Virus im Ei der Blattläuse. Die eigenen Beobachtungen zeigten, daß aus Eiern von *Aphis fabae*, die im Frühjahr 1927 und auch im Frühjahr 1928 auf Spindelbaumzweigen in der Natur gefunden und unter Gazehauben weiter beobachtet wurden, Läuse ausschlüpften, die seitdem ununterbrochen auf neue Leguminosen (*Vicia faba*) übergebracht, dieselben nicht zu infizieren vermochten.

Mehr kann bis jetzt über die Rolle der Wintereier bei der Übertragung des Virus nicht gesagt werden.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Mosaikkrankheit der Papilionaceen.

Bei der hohen Bedeutung der Papilionaceen als Gemüse- und Futterpflanzen ist zum Schluß noch die Frage der wirtschaftlichen Wichtigkeit der Krankheit zu prüfen. Daß Beschädigungen des Blattapparates sowie der Blüten und Früchte im Gefolge der Mosaikinfektionen aufzutreten pflegen, wurde oben (s. S. 295 ff.) schon eingehend erörtert. Bei der Beurteilung der Schäden auf freiem Felde müssen wir uns jedoch davor hüten, direkte und indirekte Schädigungen miteinander zu verwechseln.

I. Ertragsausfälle.

Da Ertragsversuche meist mit mehr oder weniger großen Fehlerquellen behaftet sind, wurde von besonderen Versuchen Abstand genommen. Eigene Beobachtungen ergaben jedoch, daß bei einigen *Phaseolus*-Sorten durch Mosaikbefall zwar einzelne Pflanzen im Wuchs außerordentlich zurückbleiben, so doch im allgemeinen irgendwelchen durch die Mosaikkrankheit hervorgerufenen Ertragsausfällen an Papilionaceen keine allzugroße Bedeutung beizulegen ist. Erst bei wiederholter Auslegung von Saatgut, das von ehemals stark mosaikkranken *Phaseolus*-Pflanzen entnommen wird, macht sich neben einem kümmerlichen Wuchs der Pflanzen nach und nach auch ein Rückgang im Samenansatz bemerkbar. Daß ein solcher Wuchs nicht nur durch eine bei *Phaseolus* bereits im Samen erfolgte Mosaikinfektion verursacht wird, sondern auch in höchstem Grade von den jeweiligen Standorteinflüssen bedingt sein kann, erhellt ohne weiteres. Dazu kommt, daß — abgesehen von einer Sämlingsinfektion — das stärkere oder schwächere Auftreten der Mosaiksymptome weitgehendst von dem zeitlichen Einfall und der Stärke der Ausbreitung der Blattläuse abhängig ist, wie eigene Beobachtungen gezeigt haben.

Irgendwelche erheblicheren Ertragsausfälle auch an anderen Versuchspflanzen (*Pisum* und *Vicia*) wurden nicht beobachtet. Allerdings wurde, wie allgemein bei mosaikkranken Pflanzen, im Zusammenhang mit eingeschränktem Wuchs eine Verminderung des Samenansatzes festgestellt.

Ein Ertragsausfall bei Futterpflanzen (Klee), wobei es sich naturgemäß um Verringerung der Blattmasse handeln würde, kann nach vergleichender Beobachtung in dem früher bereits erwähnten Rotkleesortiment wohl in Frage kommen. Das gilt vornehmlich von der stark von der Mosaikkrankheit befallenen Sorte „Weihenstephaner Rotklee".

Auch in der Literatur finden wir vereinzelte Angaben oder wenigstens Andeutungen (Reddick und Stewart (27) für *Phaseolus*) über etwaige Ertragsausfälle bei den Papilionaceen infolge Mosaikbefall. So berichtet Mc Larty (25) gelegentlich seiner Beobachtungen bei *Melilotus alba*, daß stark erkrankte Pflanzen nur die Hälfte der Blattmasse gesunder Pflanzen liefern. Nach seinen Angaben kann bei heftigem Krankheitsbefall ein frühzeitiger Blattabfall und demzufolge sogar Absterben der ganzen Pflanze einsetzen. Dickson (9) erwähnt neben einer Verminderung des Samenansatzes auch eine Beeinträchtigung in der Keimkraft der Samen mosaikkranker Pflanzen (pea beans, broad beans, red clover). Für Ertragsausfälle beim Klee gibt Dickson (9) ausführliche Zahlenbelege an. Während Kendrick und Gardner (17) eine Reduktion des Samenertrages bei Soja-Bohnen von 30—75 %

beobachteten, konnte Böning (3) an Hand einiger Topfversuche bei *Vicia* eine Ertragsminderung von etwa $^1/_3$ der Gesamternte feststellen.

II. Sortenempfänglichkeit.

Wir hätten schließlich die Empfänglichkeit der Sorten zu betrachten. Es werden fast alle Vertreter der Papilionaceen, die hier zu Versuchen herangezogen wurden, und von diesen wiederum fast alle Sorten von der Mosaikkrankheit mehr oder weniger stark befallen. Ob der Grad des Befalls jedoch mit einer verschiedenen Widerstandsfähigkeit der einzelnen Sorten in Verbindung steht, oder ob die Stärke der Infektion auf dem Feld mehr von Zufällen beeinflußt werden kann, so daß leicht Trugschlüsse möglich sind, das läßt sich auf Grund der angestellten Versuche nicht entscheiden.

Was an eigenen dreijährigen Beobachtungen über die durchschnittlichen Befallstärken bei verschiedenen Sorten von *Phaseolus* vorliegt, ist in Tabelle IX (S. 344) zusammengestellt.

Während Matsumoto (21) einige Sorten der Azuki-Bohne (*Phas. radiatus*) auf ihre Empfänglichkeit für die Mosaikkrankheit prüfte, haben sich Reddick und Stewart (26, 27) der Frage der Empfänglichkeit von *Phaseolus*-Sorten gewidmet. Unter etwa 70 Sorten fanden die Autoren einige 12 mehr oder weniger resistente heraus. Hier würden sich auch vielleicht Wege für die Züchtung zur Erzielung immuner Stämme eröffnen. Dann erst hätten wir neben den wenig Erfolg versprechenden Maßnahmen, die uns bis jetzt zur Bekämpfung der Mosaikkrankheit zur Verfügung stehen, ein sicheres Mittel in der Hand, der Krankheit Herr zu werden.

Kurzer Auszug.

(Zusammenfassung)

1. Das Krankheitsbild an *Phaseolus*, *Pisum*, *Lathyrus*, verschiedenen Kleearten und an *Lupinus* wird unter Berücksichtigung der Beobachtungen anderer Autoren eingehend beschrieben. Sämtliche Symptome, wie sie durch die Mosaikkrankheit an Papilionaceen hervorgerufen werden können, sind schematisch dargestellt und in einer Tabelle (s. S. 320) zusammengefaßt. Eine scharfe Trennung der Mosaikbilder ist keinesfalls vorzunehmen, trotzdem treten für jede Art typische Formen auf, und zwar an *Phaseolus* am häufigsten das Pockenmosaik, an *Pisum* das Marmormosaik, an *Lathyrus* das Nervenmosaik, an den Kleearten das Marmormosaik und an *Lupinus* das Pockenmosaik. Als die am wenigsten an eine bestimmte Art angepaßte Form ist das Sprenkelmosaik anzusprechen. Das Auftreten von zwei der obengenannten Typen auf einer Pflanze ist hauptsächlich häufig zwischen dem Sprenkel- und Marmormosaik beobachtet worden.

Tabelle IX.

Durchschnittliche Befallstärke von 60 *Phaseolus*-Sorten.
(3jährige Beobachtung).

Befallsgrade: 1 = sehr stark, 2 = stark, 3 = mittelmäßig, 4 = gering, 5 = keiner.

1	2	3	4	5
Unerschöpfliche*) (Terra)**)	Wachs gelbschotige Nonpareil (Haricot nain) (Benary)	Weißgründige Hinrichs Ries. ohne Fäden (Terra)	Neger Wachs (Terra)	Langschotige Neger ohne Fäden (Terra)
Weiße röm. Wachs (Terra)	Längste schmale Neger von Chalons (Benary)	Verbess. Hinrichs Ries., langschot. m. bunter Bohne (Terra)	Saxonia mit Fäden (Terra)	Allererste weiße Treib (Terra)
Weiße Wachs Brech (Terra)	Wachs Mont d'or goldgelbe (Benary)	Alpha (Terra)	Flageolet Wachs mit dunkler Bohne (Terra)	Hinrichs Riesen Wachs (Terra)
Doppelte Prinzeß, ohne Fäd. (Terra)	Früheste Triumph, gelbe Treib ohne Fäden (Benary)	Schwarze römische Wachs (Terra)	Wachs Mont d'or (Terra)	—
Holländische Schwert (Terra)	Neger Delikateß (fadenlose Neger) (Benary)	Flageolet St. Andreas (Terra)	Delikateß Wachs Brech mit brauner Bohne (Terra)	—
Kaiser Wilhelm (Terra)	Weißgründige Hinrichs Riesen m. Fäden (Terra)	Bunte Hinrichs Riesen m. Fäden (Terra)	Früheste Osbornes Treib (Benary)	—
Wachs Butter Königin (Terra)	Grünbl. Flageolet Chevriers (Terra)	Wunder Butter Wachs (Terra)	Wachs Digoin (Benary)	—
Triumph ohne Fäden (Terra)	Bunte Hinrichs Riesen ohne Fäden (Terra)	Wachs Pariser Markthallen (Benary)	Früheste weiße Treib allererste (Benary)	—
Wachs Flageolet m. weißer Bohne (Terra)	Wachs Ideal (Terra)	Wachs Rekord (Benary)	Mondsichel (Benary)	—
Flageolet Wachs mit roter Bohne (Terra)	Braune Brech (Terra)	Valentins fadenlose (Benary)	Früheste Kronprinz (Benary)	—

Anmerkung: *) Sortenbenennung, **) Herkunft.

Tabelle IX. (Fortsetzung)

1	2	3	4	5
Bunte Hinrichs Riesen ohne Fäden*) (Terra)**)	Doppelte Prinzeß ohne Fäd. (Terra)	Wachs weiße Tannenberg (Benary)	Flageolet Viktoria (Benary)	—
Zucker Perl, doppelte Prinzeß ohne Fäd. (Benary)	Kaiser Wilhelm Riesen (Terra)	Zucker Brech Phönix (Benary)	Incomparable (Benary)	—
Flageolet, weiße von Vitry (Benary)	Schwarze frühe Neger Treib (Terra)	—	Wachs amerik. fadenlose (Brittle Wax) (Benary)	—
Zucker Butter Brech, holländ. Prinzeß (Benary)	Schwert allerfrüheste holländische Treib (Terra)	—	Zucker Brech Aurora (Benary)	—
Früheste Metis (Benary)	—	—	—	—
Wachs Zucker Perl (Benary)	—			—
Flageolet Merveille de Franze (Benary)	—	—	—	—

Anmerkung: *) Sortenbenennung, **) Herkunft.

2. Versuche, die Mosaikkrankheit sowohl künstlich durch Preßsaft oder durch Gewebebrei kranker Pflanzen als auch auf natürliche Weise durch Blattläuse auf gesunde Pflanzen zu übertragen, werden innerhalb der gleichen und zwischen verschiedenen Arten ausgeführt. Während die künstlichen Übertragungsversuche in jeder Richtung negative Ergebnisse zeitigen, bringen solche mit Blattläusen als Überträgern in fast allen Fällen positive Resultate. Demgegenüber werden auch die Übertragungsversuche anderer Autoren, die größtenteils positive Ergebnisse aufweisen, einer vergleichenden Betrachtung unterzogen. Sämtliche Übertragungsversuche legen den Schluß nahe, daß die Mosaikkrankheiten bei den verschiedenen Papilionaceen dieselbe Ursache haben, mit anderen Worten, daß ein und dasselbe Virus für alle verantwortlich ist.

3. Die Übertragung der Mosaikkrankheit von Vegetation zu Vegetation kann einerseits durch die Pflanzen selbst, und zwar durch ausdauernde Gewächse wie Klee oder bei manchen Papilionaceen durch den Samen ehemals mosaikkranker Pflanzen erfolgen. Beobachtungen an Blattläusen lassen erkennen, daß die Virulenz mehr und mehr abnimmt, je länger die Blattläuse von mosaikkranken Pflanzen fernbleiben. Eine Übertragung des Virus durch das Winterei findet, soweit sich bis jetzt feststellen läßt, nicht statt.

Literatur.

1. Bennet, C. W.: Virus diseases of raspberries. Agric. Exper. Stat. Michigan State College of Agriculture and applied Science. May 1927. Techn. Bull. 80.
2. Böning, K.: Die Mosaikkrankheit der Rübe. Forschg. a. d. Geb. der Pflanzenkrankh. und der Immun. im Pflanzenr. Heft 3, S. 81—128, 1926.
3. Böning, K.: Die Mosaikkrankheit der Ackerbohne (*Vicia faba* L.). Forschung. a. d. Geb. der Pflanzenkr. u. d. Imm. i. Pflanzenr. Heft 4, S. 43—111, 1927.
4. Brandenburg, E.: Über Mosaikkrankheiten an Kompositen. Forschg. a. d. Geb. der Pflanzenkr. u. d. Imm. i. Pflanzenr. Heft 5, 1928, S. 39—71.
5. Carsner, E.: Susceptibility of the bean to the virus of Sugarbeet curly top. Journ. Agric. Res. XXXIII, 4, p. 345—348.
6. Dickson, B. T.: Plant diseases of 1920—21. Ann. Rept. Quebec Soc. Prot. of Plants, p. 66—67. 1921.
7. Dickson, B. T.: Studies on mosaic. Phytopath. XI, p. 202, 1921.
8. Dickson, B. T.: Further studies on mosaic I (abstract). Phytopath. XII, p. 42, 1922.
9. Dickson, B. T.: Studies concerning mosaic diseases. Mac Donald College Techn. Bull. 2, 1922.
10. Dickson, B. T. and Mc Rostie, G. P.: Further studies on mosaic II (abstract). Phytopath. XII, p. 42, 1922.
11. Dickson, B. T.: Mosaic studies IV (abstract). Phytopath. XIV, p. 346, 1924.
12. Doolittle, S. P. und Jones, F. R.: The mosaic disease in the garden pea and other legumes. Phytopath. XV, p. 763—772, 1925.
13. Elliott, J. A.: A mosaic of sweet and red clovers. Phytopath. XI, p. 146 bis 148, 1921.
14. Elmer, O. H.: Mosaic cross-inoculation and insect transmission studies. Science, N. S., p. 370—372, 1922.
15. Fajardo, T. G.: Progreß on experimental work with the transmission of bean Mosaic (abstract). Phytopath. XVIII, 1, p. 155, 1928.
16. Gardner, M. W. and Kendrick, J. B.: Soybean mosaic: Journ. Agr. Res. Vol. 22, 1921. p. 111—113.
17. Gardner, M. W. and Kendrick, J. B.: Soybean mosaic: seed transmission and effect on yield. Journ. Agr. Res. Vol. 27, 1924. p. 91—98.
18. Johnson, James: Transmission of Viruses from apparently healthy potatoes. Wisc. Agric. Exper. Stat. Res. Bull. 63, p. 1—12. 1925.
19. Küster, E.: Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Auflage 1925, S. 11 ff.
20. Küster, E: Zur Ätiologie der Panaschierungen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, Bd. 36, 1926, S. 129—142.

21. Matsumoto, Takashi: Some experiments with Azuki-bean mosaic. Phytopath. XII. 1922, p. 295—297.
22. van der Meulen, J. G. J.: Voorlooping onderzoek naar de specialisatie en de infectiebronnen der mozaiekziekten van landbouwgewassen. Tijdschrift over Plantenziekten, Mei 1928, 5. Aflevering, p. 155—176.
23. Mc Clintock, J. A.: Lima bean mosaic (abstract). Phytopath. VII, 1917, p. 60/61.
24. Mc Clintock, J. A. and Smith, Loren B.: True nature of Spinach blight and relation of insects to its transmission. Journ. Agr. Res. XIV, 1918, p. 1—59.
25. Mc Larty, H. R.: A suspected mosaic disease of sweet clover (*Melilotus alba*). Phytopath. X, 1920, p. 501—503.
26. Reddick, D. und Stewart, V. B.: Varieties of beans susceptible to mosaic. Phytopath. VIII, 1918, p. 530—534.
27. Reddick, D. und Stewart, V. B.: Additional varieties of beans susceptible to mosaic. Phytopath. IX, 1919, p. 149—152.
28. Reddick, D. und Stewart, V. B.: Transmission of the virus of bean mosaic in seed and observations on thermaldeath point of seed and virus. Phytopath. IX, 1919, p. 445—450.
29. Reddick, D.: A hybrid bean resistant to anthracnose and to mosaic. Phytopath. XII, 1922, p. 47.
30. Schaffnit, E.: Zur Erforschung der Mosaikkrankheiten. Angew. Botanik, Bd. 8, Heft 5, 1926, S. 304—313.
31. Schaffnit, E.: Panaschierung und Mosaikkrankheit. Forschg. a. d. Geb. d. Pflanzenkr. u. d. Imm. i. Pflr., Heft 4, 1927, S. 16—22.
32. Smith, F.: The relation of insects to the transmission of raspberry leaf curl. Journ. of Economic Entomology, Vol. 18, 1925, p. 509.
33. Stewart, V. B. and Reddick, D.: Bean mosaic. Phytopath. VII, 1917, p. 61.
34. Taubenhaus, J. J.: Mosaic disease of the sweet pea. Del. Coll. Agr. Expr. Stat. Bull. 106, p. 53—61, 1914.
35. Thirty-fifth Annual Report of the Kentucky Agricultural Experiment Station for the year 1922, 61 pp., 1923.

Aus der Versuchsstation für Pflanzenschutz Halle a. S. (Institut der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen.)

Untersuchungen zur Lebensweise und Bekämpfung der Zwiebelfliege (Hylemyia antiqua Meigen).

III. Teil.

Kulturmaßnahmen, Vernichtung der Entwicklungsstadien und der Sommergeneration.

Mit 5 Abbildungen.

Von Dr. Alfred Kästner.

Die vorliegende Arbeit setzt die Bekanntschaft mit den Tatsachen des I. und II. Teiles der Aufsatzreihe voraus[1]) und bemüht sich, einen

[1]) Siehe Literaturverzeichnis.

möglichst knappen, kritischen Überblick der allgemeinen Bekämpfungsmethoden und der gegen die Entwicklungsstadien gerichteten Verfahren zu geben. Die geringe praktische Bedeutung der letzteren zwang mich, sie zugunsten der Hauptaufgaben in den Hintergrund zu rücken. Ich kann sie deshalb ziemlich kurz abtun. Ganz ausgeschlossen war es, die Unmenge der in der Literatur empfohlenen Mittel einzeln zu besprechen. Ich habe deshalb die wichtigsten in einer Tabelle zusammengestellt und bin, um Raum zu sparen, nur allgemein auf sie eingegangen. Bei der Bedeutungslosigkeit der Mittel dürfte dies kaum als Mangel empfunden werden. Zum Schluß möchte ich noch betonen, daß der weitaus größte Teil der Literaturzitate aus den Excerpten stammt, die Dr. van Emden aus dem so zerstreuten Schrifttum ausgezogen hat.

Vorbemerkungen.

Zur Charakterisierung der landwirtschaftlichen Verhältnisse des Beobachtungsgebietes ist folgendes zu sagen. Der Boden besteht zum größten Teile aus Löß und wird fast ausschließlich durch Felder eingenommen. Wälder und große Wasserflächen gibt es im Gebiete überhaupt nicht, und auch die Zahl der wasserführenden Gräben ist außerordentlich gering. (Das letztere ist für die Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten vieler Mittel von großer Bedeutung!) An Feldfrüchten werden in der Hauptsache Zwiebeln, Gurken, Frühkartoffeln, Zuckerrüben und Getreidearten gebaut. Wiesen sind selten. Der Anbau von Zwiebeln ist in einigen Gemarkungen seit Jahrhunderten ausgeübt worden. Die Landwirte beschränken sich so gut wie ausschließlich auf eine Sorte (Zittauer gelbe Riesen). In fast allen Fällen werden die Zwiebeln (mit der Maschine) gedrillt. Der Anbau von Steckzwiebeln tritt stark in den Hintergrund. Die Mehrzahl der Zwiebelfelder umfaßt weniger als 4 Morgen. Nur einige Großgrundbesitzer bebauen Äcker von 20—40 Morgen Größe mit Zwiebeln. Das Drillen des Zwiebelsamens erfolgt in normalen Jahren etwa nach Mitte März, die Ernte in der ersten Septemberwoche. Es ist für die Bekämpfungsmaßnahmen von Bedeutung, daß die Felder mehrere Male gehackt und oft gejätet werden. Das letztere geschieht, indem die Arbeiter kniend über das Feld rutschen und das Unkraut mit dem Messer ausstechen. Die meisten Wirtschaften besitzen weniger als 60 Morgen Acker.

Schadbild.

Die im März gedrillten Zwiebeln sind am Anfang Juni zu meist 8—15 cm hohen Pflänzchen herangewachsen, deren Basalteil, die spätere Zwiebel, etwa 0,3—0,4 cm im Durchmesser mißt. Der Befall mit Maden äußert sich an ihnen dadurch, daß zunächst ihre Spitzen welk werden, dann die ganze Pflanze erschlafft und schließlich abstirbt.

Charakteristisch ist, daß immer eine ganze Anzahl in der Drillreihe benachbarter Pflanzen nacheinander umfällt, so daß große Lücken von 20 und mehr Zentimeter Länge in den Saatreihen auftreten. Dies kommt dadurch zustande, daß die Maden aus den zerfressenen Zwiebeln auswandern und innerhalb der Erde — selten auf der Erde — zur nächsten Pflanze in der Drillreihe kriechen, um sich in sie einzubohren und sie zu zerfressen. Sind in dieser Pflanze dann mehrere Maden beieinander, so dauert es nicht allzu lange, bis sie vernichtet ist, und die Larven die nächste Pflanze angreifen. Es ist einleuchtend,



Abb. 1. Sehr schwer befallenes Zwiebelfeld in Calbe. Aufgenommen am 15. Juli 1926 von Dr. van Emden. (In der Mitte des Vordergrundes sichtbarer Maßstab = 30 cm).

daß selbst bei mäßig starker Eiablage der Schaden auf diese Weise recht bedeutend werden kann. Er wird auf den Feldern vom Ende der ersten Juniwoche ab bereits stark spürbar und wächst dauernd bis etwa zur Mitte des Juli an. Um diese Zeit läßt das Umfallen der Pflanzen sehr nach, so daß der jetzt noch vorhandene Bestand des Feldes im wesentlichen bis zur Ernte erhalten bleibt. Es ergibt sich daraus mit großer Schärfe, daß der Schaden, den die Sommergeneration anrichtet, gegenüber dem der Frühlingsgeneration überhaupt nicht in Betracht kommt.

Es wäre nun verfehlt, aus dieser Tatsache den Schluß zu ziehen, daß die Sommergeneration an und für sich unter jeder Bedingung unbedeutend und unschädlich sei. Als Beweis, daß dies nicht der Fall ist, führe ich an, daß ein am 18. Juli 1927 gedrilltes Winterzwiebelfeld

von der Sommergeneration in der Zeit vom August bis zum November fast völlig vernichtet wurde. Ähnlich war das Schicksal eines Winterzwiebelfeldes, das Herr Gartenbauinspektor Nicolaisen 1926 anlegte. Herr Dr. van Emden fand darin am 29. September 43 % der Pflanzen befallen. Die Ursachen der geringeren Schädlichkeit der Sommergeneration liegen also wohl nicht in ihr selbst, sondern in dem Zustande der Nährpflanzen begründet. Um Mitte Juli beträgt nämlich der Durchmesser der Zwiebeln bereits 1½—2½ cm und ist in stetigem Wachstum begriffen. In so großen Pflanzen finden die Maden natürlich längere Zeit Nahrung als in den kleinen. Deshalb dauert es lange, ehe ein Eigelege seine Nährpflanze zerfressen hat. Dadurch wird das Überwandern auf die Nachbarpflanzen sehr stark eingeschränkt und damit auch der entstehende Schaden.



Abb. 2. Stark lückiges Zwiebelfeld in Calbe. Aufgenommen am 17. August von Dr. van Emden.

Der Madenfraß kann sich über das ganze Feld erstrecken oder sich auf Teile desselben beschränken. Die im letzteren Falle entstehenden Madenherde können sowohl am Rande wie auch in der Mitte des Ackers liegen, so daß das Feld manchmal an verschiedenen Stellen einen ganz abweichenden Anblick bietet. Oft steigt der Schaden sehr hoch an. Ein gutes Zwiebelfeld soll auf den Morgen 120—150 Ztr. Ernte im Durchschnitt bringen. Ich habe 1927 aber außerordentlich viel Felder gesehen, die nur 60—90 Ztr. brachten. Eine Anzahl waren sogar so stark von Maden befallen, daß sie — auf den Morgen berechnet — nur Erträge von 20 bis 30 Ztr. lieferten.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Zwiebelfliege die Ernte oft nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ schädigt, worauf schon van Emden hingewiesen hat. Die großen Lücken, die sie in die Felder reißt, bewirken nämlich manchmal, daß sich die überlebenden, einzeln stehenden Pflanzen im August nicht „legen", d. h. ihr Laub nicht eintrocknen lassen. Sie entwickeln sich dann zu den sogenannten „Dickhälsen", die eine wenig haltbare Ware ergeben.

Gegenüber dieser schweren Schädigung treten die durch pflanzliche Parasiten verursachten Krankheiten der Zwiebel etwas zurück. Sie bestehen in der Hauptsache im Zwiebelbrand (*Urocystis cepulae*), Zwiebelrotz und einem Krümeligwerden der Zwiebel, das von der Basalscheibe ausgeht. (Die Landwirte bezeichnen es als „mehlig werden" (Mehlbolle). Trotzdem ist es nötig, bei der Beurteilung geschädigter Felder diese Krankheiten zu berücksichtigen, da sie auf manchen Feldern ganz besonders stark und verheerend auftreten und so den Madenschaden wesentlich verstärken.

Zum Schluß ist noch zu erwähnen, daß in Calbe die Steck- und Samenzwiebeln ganz von der Zwiebelfliege verschont bleiben. (In dem nur 18—20 km Luftlinie entfernten Wolmirsleben ist dies nicht der Fall!) Auch werden die auf den Feldern liegenden geernteten Zwiebeln nicht mit Eiern belegt. Wenigstens habe ich in den verschiedensten Gemarkungen vergeblich nach frisch gelegten Eiern an Laub und Zwiebeln von mehr als 700 solcher Pflanzen gesucht.

Der Schaden tritt in allen Gemarkungen von Calbe, Brumby und Klein-Mühlingen auf, doch ist die Anzahl der geschädigten Felder oft recht verschieden auf diese Orte verteilt. Die Witterung kann dafür nicht verantwortlich gemacht werden, da die Fluren viel zu nahe beieinander liegen, als daß sie verschiedenes Wetter aufweisen könnten. Es ließ sich überhaupt in den drei Beobachtungsjahren kein sicheres Anzeichen von Einwirkung der Witterung auf den Befall spüren. Der Befall war auch 1928 trotz des nassen und kühlen Mai und Juni und des heißen Sommers im Vorjahre zum größten Teil recht stark.

Befallsursachen.

Der Untersuchung der Befallsursachen stellen sich außerordentliche Schwierigkeiten entgegen. Dr. van Emden versuchte ihnen zu begegnen, indem er an mehrere hundert Landwirte Fragebogen versandte, die Anfragen über Gewicht der Ernte, Abschätzung des Ausfalles durch Maden, Lage des Feldes, Vorfrucht, organische und anorganische Düngung usw. enthielten. Leider wurden nur wenige dieser Bogen ausgefüllt, zurückgesandt und von diesen waren auch wieder nur einige brauchbar, da die Antworten oft deutlich zeigten, daß die Fragen mißverstanden worden waren. Es ließ sich deshalb an Hand dieses Verfahrens

leider kein Ergebnis gewinnen, das auf sicheren Grundlagen ruht. Deshalb habe ich mich darauf beschränkt, eine Reihe von Tatsachen zu untersuchen, die von praktischen Landwirten als Grund starken Befalles angegeben werden.

Zunächst wird da oft vermutet, daß die Höhenlage der Äcker insofern eine Rolle spiele, als hochgelegene Teile schwer befallen würden. Auch in der Literatur finden wir solche Angaben, z. B. bei Britton. Ich konnte in Calbe über diesen Fall Beobachtungen anstellen. Westlich der Stadt zieht nämlich eine Kette von Diluvialmoränen dahin. Die Zwiebelfelder steigen am Abhang dieser Hügel 20—30 m hoch an. Ein Vergleich der am Fuße liegenden Äcker mit den höher liegenden ergab nun während zweier Jahre durchaus nicht das Resultat, daß die hochliegenden durchweg oder fast alle viel stärker befallen waren als die tieferen, sondern es fanden sich auch unter den letzteren sehr stark befallene Felder und am Abhange schwach befallene. Ähnliches beobachtete ich an einer anderen Stelle, wo eine kleine, durch den Abbau von Braunkohle verursachte Senkung das Gelände durchschnitt. Zwischen den am Grunde derselben und den am Abhange gelegenen Feldern war kein in die Augen fallender Unterschied im Befall zu entdecken. Ich habe deshalb nicht den Eindruck, daß hochliegende Felder ohne weiteres dem Befall stärker ausgesetzt sind, als tiefer liegende.

Inwieweit feuchte Äcker dem Befall stärker ausgesetzt sind als trockene, wie einige Autoren behaupten, kann ich nicht beurteilen, da in Calbe nie wirklich feuchte Felder mit Zwiebeln bebaut werden.

Einen ganz besonderen Einfluß auf den Madenbefall schreiben die Landwirte nun der chemischen Beschaffenheit des Bodens zu. Allenthalben versuchen sie den Schaden dadurch zu erklären, daß der Boden durch den ständigen Anbau von Zwiebeln seit mehr als hundert Jahren „zwiebelmüde" geworden sei. Diese Ansicht enthält einen richtigen Kern, insofern sie das starke Auftreten des Schädlings mit der langen Kultur der Nährpflanze an gleichem Orte erklärt. Sie ist aber irrig, weil sie die Beschaffenheit des Bodens in Beziehung zum Auftreten der Maden bringt. Starker Befall mit pilzlichen Krankheiten, wie Brand und Rotz, ließe sich noch auf diese Weise verstehen, nie aber Schädigung durch fliegende Insekten. Es ist sehr leicht, den Beweis zu erbringen, daß die „Zwiebelmüdigkeit" eines Ackers nicht mit dem Madenbefall in Verbindung gebracht werden kann. Zahlreiche Landwirte haben nämlich um der Zwiebelmüdigkeit willen jahrelang auf gewisse Äcker keine Zwiebeln gesät. Wenn sie dann nach vielen Jahren hier Zwiebeln anbauten, hatten sie sehr oft trotzdem stark an Madenschäden zu leiden. In einem der mir berichteten Fälle waren auf dem Acker 22 Jahre lang keine Zwiebeln angebaut worden. In der langen Zeit hatte der Acker mehr als zehnmal Luzerne getragen. Es lag

also wahrhaftig kein Grund vor, einen solchen Acker für mit Zwiebelkultur überlastet zu halten. Deshalb wurde er nun mit Zwiebeln bestellt. Der Befall mit Maden war danach so erheblich, daß sich mit aller Klarheit zeigte, daß die Eiablage der Fliege unabhängig von der Zahl der Anbaujahre auf dem einzelnen Acker ist. Für ihren Umfang kommt eben nur die Dauer des Zwiebelbaues in der ganzen Gemarkung in Frage. In einem anderen Beispiel war ein Acker 15 Jahre lang von Zwiebeln freigehalten worden. Danach wurde er mit Zwiebeln gedrillt. Die Ernte war nur gering, weil die Madenzahl sehr groß war. Auch hier zeigte sich klar. daß der Madenbefall durch Fliegen zustande kommt, die in anderen Feldern geschlüpft sind. Dabei gebe ich aber gern zu, daß der Schaden auf Äckern, die sehr oft Zwiebeln tragen, größer sein kann, weil hier eben die Pflanzen manchmal schwächer sind, also viel schneller fallen.

Ein anderer Glaube der Praktiker besteht darin, daß sie meinen, die Maden kämen besonders in sauren Böden gut fort, und man müsse deshalb befallene Felder durch Kalkgaben umstimmen. Auch diese Ansicht erwies sich als irrig, als ich sie durch Entnahme von Bodenproben aus verschiedenen Feldern nachprüfte. Ich ließ am 22. August in drei verschiedenen Gemarkungen aus schwer und aus kaum befallenen Feldern Proben ziehen. Auf jedem Acker wurden dreimal Oberkrume und dreimal Untergrund aus 30—40 cm Tiefe entnommen. Die Proben ließ Herr Prof. Dr. Müller in der Agrikulturchemischen Kontrollstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen untersuchen. Es ergaben sich folgende Resultate:

	Oberkrume pH (KCl)	Untergrund pH (KCl)
Schwer befallenes Feld, Gemarkung Maien	7.59	7.71
,, ,, ,, ,, Schwarzau . .	7.74	7.53
Zieml. schwer befallenes Feld, Gemark. Wartenberg	7.49	7.53
Kaum befallenes Feld bei Bahnhof Calbe-West .	7.81	7.77
,, ,, ,, Gemarkung Maien	7.68	7.68
,, ,, ,, des Versuchsfeldes	7.85	7.80

Sämtliche Böden waren also ganz schwach alkalisch, aber durchaus nicht sauer. Die ganze Hypothese, die stark befallene Felder für „sauer" hält, verliert auch ohne diese Nachprüfungen schon ihre Berechtigung, wenn man bedenkt, daß oft nicht der ganze Acker, sondern nur Teile von ihm stark befallen sind. Diese Teile haben doch selbstverständlich gleiche Düngung erfahren wie das Gesamtfeld, können also auch nicht anders reagieren wie dieses, vorausgesetzt, daß der Untergrund sich nicht irgendwie ändert. So befand sich z. B. auf dem Versuchsfeld Calbe ein Acker, dessen Mittelstreifen schwer befallen war, während er im übrigen kaum Madenbefall zeigte. Die Bodenuntersuchung fiel folgendermaßen aus:

Feldstück	Oberkrume	Untergrund
Befallener Mittelstreifen	pH (KCl): 7.83	pH (KCl): 7.81
Kaum befallener Hauptteil . . .	pH (KCl): 7.85	pH (KCl): 7.80

Die Beschaffenheit des Bodens war also im befallenen Abschnitt dieselbe wie im verschonten Teile. Sie konnte keinesfalls als Befallsursache in Betracht kommen, die im vorliegenden Falle in der geringen Größe der Pflanzen zu suchen war.

Ein besonders wichtiger Einfluß auf den Madenbefall wird noch dem organischen Dünger zugeschrieben. Sowohl mehrere Autoren wie auch viele Landwirte meinen nämlich, daß sich auch die Zwiebelfliege unter den Fliegen befände, die in großer Zahl von organischem Dünger angelockt werden. Nun besteht in Calbe die Vorfrucht der Zwiebeln oft aus Gurken, zu denen allgemein 200—400 Ztr. Berliner Pferdedünger auf den Morgen gegeben werden. Nach Ansicht der meisten Praktiker kommt auf Grund der anlockenden Wirkung dieser noch im Boden steckenden Düngergabe ein starker Zustrom von Zwiebelfliegen zustande, dem natürlich eine entsprechende Eiablage folgt. Obgleich für den Zoologen kein Anlaß vorliegt, Blumenfliegen vom biologischen Typus der Zwiebelfliege in Beziehung zu organischem Dünger zu bringen, stellte ich doch eine Anzahl Versuche an, um den behaupteten Einfluß des Düngers auf die Fliege kennen zu lernen. Zunächst untersuchte ich die an Düngerhaufen sitzenden Fliegen. Nie fand ich unter ihnen Zwiebelfliegen, obgleich öfter der Dünger direkt am Rande eines Zwiebelfeldes lag. Danach beobachtete ich die Gewohnheit vieler Landwirte, den auf der Landstraße liegenden Pferdekot auf die angrenzenden Zwiebelfelder zu werfen. Nie fand ich die Feldstellen, die davon betroffen wurden, stärker mit Maden befallen, als das übrige Feld. Um noch sicherer zu gehen, stellte ich schließlich Versuche im Laboratorium an. Wie an anderer Stelle ausgeführt wurde, legten in den Zuchtkäfigen die Fliegen ihre Eier in halbierte Zwiebeln ab. Ich entfernte nun am 4. April in einem der Käfige, der 7 Weibchen und ein Männchen enthielt, diese Zwiebelhälfte und stellte dafür eine mit Stallmist (Pferd) gefüllte Petrischale von etwa 4 cm Durchmesser ein. Nach zwei Tagen waren in dem Schälchen noch keine Eier zu finden, obgleich die Weibchen in dieser Zeit sonst stets abgelegt hatten. Danach brachte ich 20 Eier in eine Petrischale mit Stallmist (Pferd) und in eine zweite damit gefüllte Schale ebensoviele Larven. Weder Eier noch Larven kamen zur Entwicklung. Ich vermag aus allen diesen Gründen dem organischen Dünger keine wesentliche Rolle für den Fliegenbefall zuzuschreiben. Das entspricht auch der Erfahrung mancher Landwirte mit sehr kleinen Wirtschaften, die Zwiebeln in Stallmist (Schwein, Ziege) brachten, ohne nennenswerten Befall zu haben.

Die neuere Literatur steht im wesentlichen in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen, indem Ormerod und Caffrey Hühnermist und Abflüsse der Hausgruben, Ormerod, Lintner und Lampa Stallmistdüngung als günstig für Zwiebelfelder angeben, wenn es gilt, den Schaden zu mildern, (duch Treiben der Pflanzen). Auch die Beobachtungen von Kleine, der nie Blumenfliegen in der Nähe von Düngerhaufen fand, stimmen mit meinen Ergebnissen durchaus überein. Dagegen hat Severin Maden der Zwiebelfliege in Mist aufziehen können, und Kaiser behauptet, *Hylemyia antiqua* suche Stallmist auf.

Vermag ich so nach meinen bisherigen Beobachtungen keinerlei Eigenschaften des Bodens zu nennen, die einen Befall fördern, so fand ich doch Eigenheiten der Pflanze, die bei der Befallstärke eine Rolle spielen. Es handelt sich dabei um die Größe der Pflanzen. Aus einem größeren statistischen Material und mehreren Versuchen geht nämlich mit Sicherheit hervor, daß in Calbe und Umgebung die kleinen Pflanzen bei der Eiablage bevorzugt werden.

1. Versuch. Auf dem Versuchsfelde der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen ließ Herr Gartenbauinspektor Nicolaisen den mehrere Meter breiten Mittelstreifen eines großen Zwiebelfeldes einige Wochen später drillen als das Gesamtfeld. Während der große Acker kaum Befall erkennen ließ, wurde dieses jüngere Mittelstück beinahe vernichtet.

2. Versuch. Auf gleichem Versuchsfelde wurden im Spätsommer 1926 Winterzwiebeln gedrillt. Sie zeigten am 29. September nach Untersuchungen van Emdens 37 % Befall. Im folgenden Frühjahre hatten sie dagegen kaum unter Maden zu leiden.

3. Versuch. Herr Gartenbauinspektor Nicolaisen ließ auf meine Bitte hin neben einem großen, nur wenig befallenen Felde am 18. Juli 1927 zweiundzwanzig etwa 5 m lange Reihen Speisezwiebeln drillen. Die Pflänzchen erschienen im August und wurden im Verlauf zweier Monate bis auf etwa ein Drittel vernichtet. Ein nur durch den Weg davon getrennter großer Acker, der im März gedrillt worden war, ließ zu gleicher Zeit keinen Madenbefall erkennen.

4. Versuch. Auf ein am 18. März gedrilltes Speisezwiebelfeld wurde neben jede 9. Drillreihe je eine Reihe von Steckzwiebeln gepflanzt. Im ganzen wurden 13 Reihen von je 20 m Länge angelegt. (Vgl. Abb. 5, S. 366.) Während die Speisezwiebeln schwer befallen wurden, enthielten von 75 Steckzwiebeln nur sechs Maden.

5. Versuch. In gleicher Weise wurden Samenzwiebeln zwischen Speisezwiebeln angepflanzt. Sie ließen im Gegensatz zu den letzteren keinen Befall erkennen.

Die Versuche beweisen, daß die Zwiebelfliege sowohl im Juni wie auch im August die kleineren Pflanzen bei der Eiablage bevorzugt hat. Dies zeigt sich auch darin, daß sich in den Samenzwiebeln, die die Calbenser Landwirte meist in einer Ecke des Speisezwiebelfeldes anpflanzen, keine Zwiebelmaden nachweisen lassen, selbst wenn der benachbarte Acker schwer befallen ist.

Mit dieser Tatsache steht vielleicht in Verbindung, daß man in den Monaten Juli und August so häufig brandkranke Pflanzen von Maden befallen findet. Mein Vorgänger hat darüber für das Jahr 1926 folgende Statistik in seinen Notizen aufgestellt:

	Untersucht Pflanzen	madig Stück	madig %	brandig Stück	brandig %	% der brandigen, madig	% der madigen brandig	% der gesunden, madig
21.—30. Juni	800	57	7.13	232	29	5.17	21.05	7.92
1.—31. Juli	1400	204	14.61	214	15.31	13.77	14.43	14.76
1.—31. Aug.	800	71,6	8.95	44	5.56	28.12	17.46	7.82
21. Juni bis 31. August	3000	333,1	11.1	490	16.36	11	16.21	11.12
Im Jahre 1927 erhielt ich für den Juni folgende Zahlen:								
1.—30. Juni	550	103	18.7	79	14.3	12.6	9.7	19.7

Es geht aus diesen Zahlen hervor, daß vom Juni an bis zum August ständig die Zahl der brandigen Zwiebeln zunimmt, die von Maden befallen sind. Ob der stärkere Befall brandiger Zwiebeln darauf zurückzuführen ist, daß sie etwas kleiner bleiben, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Jedenfalls fanden sich in 36 Fällen, wo brandige Zwiebeln madig waren, achtundzwanzig, wo die brandige Pflanze als klein im Verhältnis zu gesunden Zwiebeln erschien. Nur 3 der betreffenden brandigen Pflanzen waren sehr groß und 5 mußten als groß bezeichnet werden. Leider ließ sich nie sicher feststellen, ob die brandige Pflanze tatsächlich mit Eiern belegt worden war, oder ob die vorhandenen Maden durch Wandern zu ihr gelangt waren.

Die Dichtigkeit des Pflanzenverbandes scheint ohne Einfluß auf die Eiablage zu sein. Sowohl sehr dichte wie auch von vornherein lückige Äcker werden befallen. Bei einer Untersuchung von 60 Pflanzen fand ich Eier sowohl an solchen, die in dichtem Verbande standen, wie auch an isolierten.

Vielleicht spielt auch die Richtung des Windes eine Rolle bei der Befallsverteilung. Wenigstens vermag ich die mehr oder minder großen

Madenherde auf sonst einigermaßen gut stehenden Feldern sowie die großen Unterschiede in der Larvenzahl zwischen nahe beieinander liegenden, recht gleichartigen Äckern nicht anders zu erklären, als daß eine bestimmte Windrichtung eine größere Anzahl Weibchen an die gleiche Stelle befördert hat.

Kulturmaßnahmen.

Ich möchte gleich am Anfang des Abschnittes hervorheben, daß jede Maßnahme, die die Zwiebelpflanze fördert, dem Schaden, den die Zwiebelfliege auf dem Felde anrichtet, entgegenwirkt. Es wird eben durch die Verwendung sehr guten Saatgutes und richtiger Düngung ein gleichmäßiger Bestand kräftiger Pflanzen erzielt. Die Larven des Schädlings brauchen dann viel Zeit zur Aufzehrung derselben und wandern daher weniger oft zu Nachbarzwiebeln als sonst. Dadurch wird die Zahl der durch eine Eiablage vernichteten Zwiebeln geringer als auf den Feldern mit kümmerlichen Pflanzen. Weil nun bei gutem Saatgut auch die Zahl der Pflanzen groß ist, kann ein mittlerer Befall hier nicht so verheerend wirken als auf Äckern mit schwächlichen Zwiebeln. Dies ließ sich im Versuchsgebiete häufig genug beobachten. Dagegen möchte ich ausdrücklich betonen, daß ein schwerer Befall auch auf sehr guten Feldern die Ernte vernichten kann. Die Kulturmaßnahmen sind eben nur indirekt wirksam.

Aus den oben genannten Gründen möchte ich für eine nicht zu spärliche Aussaat eintreten. Man sollte auf den Morgen (2500 qm) nicht unter 8 Pfd. Samen drillen. Ich habe durchaus nicht gefunden, daß solche dicht gedrillte Felder schwerer befallen werden als andere, wie manche Autoren angeben. Auf Versuchen mit verschiedenen Aussaatstärken, die die Versuchsstation für Pflanzenschutz zu anderen Zwecken anlegte, trat ebenfalls deutlich hervor, daß die reichlich gedrillten Parzellen nach dem Madenbefall besser standen als die dünn gedrillten. (Außerdem war die Zahl der Dickhälse bei den letzteren besonders groß.) Dabei war das ganze Versuchsstück außerordentlich schwer befallen.

Manche Autoren glauben, durch das Aussaatdatum Einfluß auf den Befall bekommen zu können. So schlägt Frank eine späte Aussaat, Hewitt dagegen eine besonders frühe vor. Dazu möchte ich bemerken, daß die Aussaat an und für sich so an bestimmte Witterungszustände gebunden ist, und daß die Größe der Pflanzen zur Zeit des Befalls auch bei gleichem Aussaatdatum je nach den Wärmeverhältnissen so verschieden sein kann, daß es kaum Zweck hat, hier Vorschriften im Hinblick auf spätere Schädigungen zu geben. Das Resultat würde je nach der herrschenden Witterung alle Jahre verschieden sein. Packard glaubt endlich noch, durch die Tiefe der Saatlage den Befall mindern zu können. Er schlägt vor, 2 Zoll tiefer als gewöhnlich zu drillen, eine

Maßnahme, die sehr gefährlich für die Saat werden kann. Wir empfehlen sie deshalb nicht. Vielfach ist der Glaube verbreitet (Ritzema Bos), daß man die Tönnchen der Zwiebelfliege stark schädigen könne, wenn man tief pflügt und den Acker über den Winter in rauher Furche liegen läßt. Dazu ist zu bemerken, daß die Landwirte in Calbe immer den Acker über den Winter in rauher Furche liegen lassen, und daß trotzdem bedeutende Madenschäden auftreten. Auf den Wert des Tiefpflügens bin ich bei der Besprechung der gegen die Puppe gerichteten Bekämpfungsmaßnahmen eingegangen.

Als befallschwächende Maßnahme geben Frank, Kaiser, Packard, Picard, Ritzema Bos, Schoyen und Treherne und Ruhmann schließlich noch den Fruchtwechsel an. Dieser wird selbstverständlich schon aus anderen Gründen in Calbe durchgeführt. Selten wird ein Stück mehrere Jahre nacheinander mit Zwiebeln bestellt, weil dies sich schon rein landwirtschaftlich nicht empfiehlt. Als Extrem schlagen dann Lampa und Kaiser jahrelanges Aussetzen des Zwiebelbaues auf dem befallenen Felde vor, eine Maßnahme, die völlig wirkungslos gegen den Schädling sein muß, da er ja in den Nachbarfeldern während dieser Zeit weiter gedeihen kann. Wie schon S. 352 geschildert wurde, sind Äcker, die 15 und 22 Jahre keine Zwiebeln trugen, durchaus nicht gegen die Made gefeit. Nur Aussetzen des Zwiebelanbaues im ganzen Gebiet auf 3—4 Jahre könnte wirksam sein. Doch ist dies selbstverständlich wirtschaftlich untragbar.

Die im Gebiet von Calbe beobachtete Tatsache, daß große Zwiebeln nicht im Frühling befallen werden, läßt leicht den Gedanken aufkommen, dem Befall durch Anbau von Winterzwiebeln entgegenzutreten, die im Frühjahr über die gefährliche Größenklasse hinausgewachsen sind. Dagegen erheben sich verschiedene Bedenken. Zunächst eignet sich die Calbenser Zwiebel (Zittauer gelbe Riesen) nicht für Winterzwiebelbau. Es müßte also eine andere, im Handel weniger gangbare Sorte angebaut werden. Dann erfrieren die Zwiebeln in sehr kalten Wintern öfters. Zuletzt schließlich ist zu bedenken, daß die Zwiebelfliege, falls sie im Frühjahre nur große Zwiebeln vorfände, wahrscheinlich ihrer sonstigen Gewohnheit entgegen auch diese mit Eiern belegen würde. Sie würde dabei freilich weniger schädlich, da die großen Zwiebeln länger standhalten. Dafür befiele aber dann die Herbstgeneration die jungen Winterzwiebeln und würde, wie Experimente auf dem Versuchsfelde zu Calbe zeigten, großen Schaden unter ihnen anrichten.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß als Kulturmaßnahmen für den Landwirt von uns nur zweierlei empfohlen werden kann: reichliches Drillen guten Saatgutes und eine ausreichende und richtige Düngung des Feldes. Beides vermag indirekt den Schaden ein wenig zu steuern. Das letztere ist übrigens auch von einer Reihe

anderer Autoren betont worden, die ein leichtes „Treiben" der Zwiebel durch anorganischen oder organischen Dünger als günstig empfanden.

In losem Zusammenhang mit den Kulturmaßnahmen stehen Arbeiten, die auf eine Reinigung des Ackers von kranken Pflanzen hinstreben. Sie werden leider von den Landwirten oft vernachlässigt. So ist z. B. die Gepflogenheit verbreitet, den Acker mit faulen Zwiebeln zu düngen. Dabei werden meist sehr große Mengen brandiger, rotziger und madiger Pflanzen mit erfrorenen zusammen auf dem Felde ausgebreitet und später untergepflügt. Welche Unsumme von pilzlichen Krankheitskeimen und Puppen dem Acker damit einverleibt werden, bedenken die Landwirte dabei nicht. Sie vergessen völlig über der Berechnung des Düngerwertes, daß sie den Boden direkt verpesten. Es wäre zu wünschen, daß hier die Behörden eingreifen und das Düngen mit Zwiebelabfällen unter Strafe stellten. Darüber hinaus wäre dringend erwünscht, daß schon bei der Ernte faule und kranke Pflanzen vernichtet würden. Das Ernten der Zwiebeln geschieht, indem die Arbeiter kniend über den Acker rutschen und dabei die Pflanzen ausziehen. Sie werfen die gesunden Zwiebeln so zusammen, daß sie in parallele Reihen zu liegen kommen. Die unbrauchbaren Exemplare dagegen lassen sie in den Zwischenräumen liegen. Es handelt sich dabei meist um madige, brandige und rotzige Pflanzen. Nun wäre es ein Leichtes, durch einen Arbeiter alle in den Zwischenräumen liegenden Zwiebeln zusammenholen zu lassen und sie dann in einer Feldecke zu verbrennen. Der Ausdruck verbrennen ist insofern nicht richtig, als die Zwiebel nur ankohlt. Das genügt aber auch zur Abtötung der Maden. Ich konnte mich mehrfach überzeugen, daß in stark ringsum angekohlten Zwiebeln alle Maden schlaff und leblos waren. Bei nur gebräunten Pflanzen dagegen lebten die Larven noch. Da sich zur Erntezeit auf den Feldern massenhaft ausgerauftes, trockenes Unkraut, Kartoffelkraut, liegengebliebenes Stroh und besonders riesige Haufen von Spreu (bei den Dreschmaschinen) finden, ist Brennstoff genug vorhanden, die kranken Zwiebeln zu rösten. Dies muß aber, wenn es die beabsichtigte Wirkung haben soll, sofort, also am Erntetage, geschehen. Sonst verlassen die Maden die Zwiebeln, verpuppen sich in der Erde und sind dann nicht mehr erreichbar.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß man durch die angedeuteten Maßnahmen eine ganze Anzahl Maden vernichten würde und dadurch die Frühlingsgeneration verkleinern könnte. Gleichzeitig würden wohl auch die Sporen der Brandpilze stark geschädigt werden. Daß aber eine durchgreifende Bekämpfung mit dieser Methode allein nicht durchgeführt werden kann, ist nach dem Gesagten selbstverständlich.

Eine gewisse Reinigung des Feldes ließe sich noch im Frühling beim Pflügen mit Hilfe des Hühnerwagens durchführen. Die Hühner würden

eine erhebliche Anzahl, der durch die Bearbeitung auf die Oberfläche gelangenden Tiere, wie Fliegentönnchen, Drahtwürmer usw., aufpicken. Da diese Maßnahme auch für die Geflügelwirtschaft von Vorteil wäre, ist das Anschaffen eines Hühnerwagens sehr zu empfehlen. In einem kleinen Versuche hat mein Vorgänger festgestellt, daß die Hühner vorher hingelegte Puppen auf dem Felde trotz gleichzeitiger Fütterung mit Brot aufnahmen. An der Nützlichkeit des Verfahrens ist deshalb nicht zu zweifeln, wenn auch der Erfolg natürlich durchaus nicht durchschlagend sein kann. Immerhin ist er von Vorteil für den betreffenden Acker. Der Hühnerwagen ist aber nur dort angebracht, wo es sich um Felder von mehr als 4 Morgen Größe handelt, da die Tiere von kleinen Äckern aus zu leicht in die Nachbarfelder gelangen.

Mittel zur Zerstörung der Eier und Verhinderung der Eiablage.

Seit langer Zeit schon versucht man durch Gießmittel die Eiablagen der Fliege zu vernichten. Da die Eier 3—4 Tage zur Entwicklung brauchen, ist es nötig, das Mittel alle 4 Tage, mindestens aber wöchentlich etwa vom 28. Mai bis Ende Juni anzuwenden. Dies ist bei feldmäßiger Kultur der Zwiebel ganz ausgeschlossen. Drei Gründe will ich dafür anführen. Zum ersten ist eine große Menge Wasser dazu nötig. ganze Felder mit Gießmitteln zu behandeln. Bei den Brunnenverhältnissen der Felder um Calbe, die schon geschildert wurden, wäre es ausgeschlossen, dieses herbeizuschaffen, ohne schon durch die dazu verbrauchte Arbeitszeit Kosten zu verursachen, die das Verfahren unrentabel machen. Zum zweiten darf der Zwiebelacker weder im Mai noch in den folgenden Monaten mit Gespannen befahren werden, so daß die Mittel durch Gießkannen verteilt werden müßten. Die dazu nötige Arbeitszeit ist sehr groß. Sie kann gerade in den Monaten Mai und Juni unmöglich den anderen Aufgaben des Landwirtes entzogen werden. Zum letzten aber werden die Materialkosten an und für sich bei fünf- bis achtmaliger Anwendung auf so großen Flächen recht hoch. Für den feldmäßigen Anbau muß ich deshalb alle Mittel zur Abtötung der Eiablagen, soweit es Gießmittel sind, ablehnen, selbst wenn sie sehr gut wirksam wären. Gerade in Bezug auf die Wirksamkeit aber widersprechen sich die Autoren recht oft. Auch sind die Versuchsanordnungen in vielen Fällen nicht beweiskräftig. Die Tabelle im Schlußabschnitt der Arbeit nennt die hauptsächlich angewandten Gieß- und Streumittel, die z. T. auch als Abschreckmittel dienen sollen. Auf eine ausführliche Besprechung kann ich wohl verzichten. Eine Anzahl von Maßnahmen habe ich aus rein theoretischem Interesse nachgeprüft. Da sie z. T. auch abschreckend wirken, habe ich sie zusammen mit den Abschreckmitteln im folgenden Abschnitt behandelt.

Neben den Versuchen, die Fliegeneier abzutöten, sind seit langer Zeit Maßnahmen im Gange, die die Eiablage verbindern sollen. Im Anfangsstadium der Bekämpfungsversuche wollte man dies durch abschreckende Mittel erreichen. Später versuchte man, die Fliegen zu verleiten, an bestimmte Pflanzen zu legen, die dann vernichtet wurden. Wenden wir uns zunächst den älteren Maßnahmen zu, den Abschreckmitteln. Ihre Theorie enthält einen schweren biologischen Fehler, der sich außerordentlich verhängnisvoll auswirkt. Die Mittel vernichten nämlich nicht den Schädling, sondern verdrängen ihn nur vom behandelten Acker. Da wir wenig wildwachsende Liliaceae besitzen, und *Hylemyia* anscheinend in anderen Unkräutern nicht vorkommt, wird sie durch das Verfahren nur auf die Nachbarfelder gedrängt. Würde nun eine ganze Gemarkung mit einem gut wirksamen Abschreckmittel bestellt, so fiele die Möglichkeit des Abwanderns in nicht behandelte Felder fort. Die Fliege würde sich dann zunächst auf kleine, vom Mittel freigelassene Stellen stürzen. Wenn diese vernichtet wären, würde sie wahrscheinlich in der Not ihren Widerwillen gegen die behandelten Stücke überwinden und auch diese mit Eiern belegen. Es ist wenigstens nicht anzunehmen, daß man die Lebensgewohnheiten von Millionen von Individuen durch Abschreckmittel einfach unterdrücken kann. Man bedenke auch, daß nach starken Regen und nach jedem Hacken des Feldes die Mittel in ihrer Wirkung beeinträchtigt wären. Es besteht kein Zweifel, daß die Tiere dies sehr wohl auszunutzen wüßten. Ehe die neue Behandlung einsetzte, wäre der Acker bereits mit Eiern belegt. Nun ist aber die Zeit der ersten Juniwochen gerade oft reich an Niederschlägen, so daß der geschilderte Fall fast regelmäßig eintreten würde.

Die Abschreckmittel können in mechanischer und chemischer Hinsicht wirken. Ein mechanisches Abschreckmittel stellt z. B. Kainit dar. Er wird gestreut, damit der Boden verkrustet. Die Fliege soll dann ungern Eier ablegen. Bei der Empfehlung des Mittels hat man anscheinend nicht beachtet, daß die Landwirte sich bemühen, ihre Zwiebelfelder recht locker zu halten, und viel Arbeit darauf verwenden, dies zu erreichen. Das Abschreckmittel macht diese Mühe einfach zunichte und ist somit der Frucht nicht zuträglich. Andere mechanische Abschreckmittel sind Holzasche und Ruß. Die Wirksamkeit beider wird bestritten. Ich füge hinzu, daß sie unbrauchbar sind, ganz gleich ob sie wirken oder nicht. Es ist ein Scheinmanöver, für den Feldbau solche Mittel zu empfehlen, die unmöglich in den nötigen Mengen aufgetrieben werden können. Dasselbe gilt für das älteste der Mittel: gepulverte Holzkohle. (Kohlenabfälle von den in Calbe betriebenen Braunkohlenschächten wagte ich nicht anzuwenden, um dem Boden nicht schädliche Bestandteile zuzuführen.) Das Anhäufeln von Erde um die Pflanzen, das von

einigen Autoren empfohlen wird, kommt ebenfalls wegen der hohen Kosten an Arbeitslohn nicht in Frage. Auch besitzen die Fliegen ja stets die Möglichkeit, ihre Eier auf die Blätter zu legen und so der für sie ungünstigen Bodenbeschaffenheit auszuweichen. Deshalb ist von vornherein nicht viel von den mechanischen Abschreckmitteln zu erwarten.

Die chemisch wirksamen Abschreckmittel sollen meist dazu dienen, den Geruch der Zwiebeln zu übertäuben oder durch ihren Eigengeruch die Fliegen zu belästigen. Wir besitzen zwei Möglichkeiten, dem Felde eine andere „Witterung" zu geben. Zum ersten können wir Reihen von Pflanzen zwischen die Zwiebeln säen, die den Zwiebelgeruch übertäuben. Zum anderen können wir durch Streuen starkriechender Pulver oder durch Gießen scharfriechender Flüssigkeiten das Feld „verwittern". Zum erstgenannten Mittel, dem Pflanzen von Petersilie zwischen die Drillreihen, ist zu bemerken, daß seine Wirksamkeit höchst zweifelhaft ist. Von den anderen Maßnahmen, deren es eine sehr große Zahl gibt, kommen allein die Streumittel für die Praxis in Frage. Gerade deren Wirksamkeit wird aber stark bestritten. Zum Teil sind sie auch zu kostspielig, um im Großbetrieb verwandt werden zu können.

Trotzdem haben wir einige Versuche mit Abschreckmitteln angestellt, teils um ihre Wirkung selbst zu studieren, teils weil wir meinten, sie möchten nach irgend einer Richtung Anhaltspunkte für Bekämpfungsmaßnahmen geben. Jedoch habe ich die Mittel entgegen der Vorschrift nur einmal angewandt, weil dies allein sich noch in die Praxis umsetzen ließe. (Für Gießmittel kommt auch dies nicht in Betracht!) Die Mittel wurden auf Parzellen von je 11—13 Drillreihen von 2 m Länge angewandt. Neben stark riechende Mittel wurde jedesmal eine unbehandelte Parzelle eingeschaltet.

1. Versuch: Das Feld ist nach Aussage des Besitzers vom Jahre 1911 bis zum Jahre 1925 nicht mit Zwiebeln bestellt worden. 1926 hat es dann Zwiebeln getragen, die stark befallen waren. Einen Teil dieses Feldes ließ Herr Dr. van Emden am 17. März 1927 mit Zwiebeln drillen. Am 19. Mai ließ ich es in 36 Parzellen zu je 11 Saatreihen von 2 m Länge aufteilen, die von einem 2 m breiten Schutzstreifen umgeben waren. (Vgl. Abb. 3.) Am gleichen Tage wurde es folgendermaßen beschickt:

Parzelle 1 unbehandelt.
„ 2 3 Liter chem. reiner Ruß.
3 Erde längs der Drillreihe um Pflanzenbasis angehäufelt.

Parzelle 4 unbehandelt,
„ 5 ¼ kg Terrasan ausgestreut und leicht mit Erde bestreut,
„ 6 unbehandelt
„ 7 1 Liter Karbolinkalk (920 g Wasser, 10 g Karbolsäure, 50 g Kalk),
„ 8 unbehandelt,
„ 9 Karbolsäureemulsion (963 g Wasser, 9 g Karbolsäure, 28 g Schmierseife).

Schutzstreifen 12 Drillreihen.

Schutzstreifen. 2 m

1 37	2 51	3 44	4 19	5 41	6 39	7 35	8 9	9 13
9 43	1 43	2 72	3 46	4 17	5 24	6 35	7 56	8 9
8 24	9 50	1 59	2 35	3 42	4 33	5 44	6 30	7 42
7 24	8 27	9 24	1 50	2 34	3 29	4 28	5 40	6 24

2 m Schutzstreifen.

Schutzstreifen 20 Drillreihen.

Abb. 3. Plan des Abschreckversuches. Die unter der Parzellennummer stehenden Zahlen geben die Anzahl der nach Beendigung des Versuches noch auf einem Quadratmeter vorhandenen gesunden Pflanzen an.

Parzelle 1 unbehandelt,
„ 2 Chem. reiner Ruß
„ 3 Erde längs Pflanzreihe angehäufelt,
„ 4 unbehandelt,
„ 5 Terrasan.
Parzelle 6 unbehandelt,
„ 7 Karbolinkalk,
„ 8 unbehandelt,
„ 9 Karbolsäure-Emulsion,

Die unbehandelten Parzellen sind punktiert worden.

Jede Parzelle wurde viermal wiederholt[1]). Im Laufe des Sommers ergab sich, daß keines der Mittel die Pflanzen vor Befall schützte. In sämtlichen Parzellen machten sich die Maden stark bemerkbar. Von den angewandten Mitteln war im Juli nur noch der Ruß bemerkbar. Er war sogar noch im September zu erkennen.

[1]) Die nötigen Bearbeitungen des Feldes (Hacken und Jäten) wurden so ausgeführt, daß die Mittel nicht von einer Parzelle in die andere verschleppt werden konnten.

Am 13. September wurde der Versuch zahlenmäßig ausgewertet, indem in die Mitte jeder Parzelle ein Drahtrahmen von 1 qm gelegt wurde und alle im Inneren stehenden Pflanzen gezählt wurden.

Es ergaben sich folgende Zahlen:

Parzelle	Reihe	Pflanzenzahl	Durchschnitt
1. unbehandelt	I	37	47½
	II	43	
	III	59	
	IV	50	
2 Ruß	I	51	
	II	72	48
	III	35	
	IV	34	
3 Anhäufeln mit Erde	I	44	
	II	46	40¼
	III	42	
	IV	29	
4 unbehandelt	I	19	
	II	17	24¼
	III	33	
	IV	28	
5 Terrasan	I	41	
	II	24	37¼
	III	44	
	IV	40	
6 unbehandelt	I	39	
	II	35	32
	III	30	
	IV	24	
7 Karbolinkalk	I	35	
	II	56	39¼
	III	42	
	IV	24	
8 unbehandelt	I	9	
	II	9	17¼
	III	24	
	IV	27	
9 Karbolsäureemulsion	I	13	
	II	43	32½
	III	50	
	IV	24	

Da der Schaden der Sommergeneration sehr schwach ist, gehen die Ausfälle so gut wie alle auf das Schuldkonto der Frühlingsgeneration. Die außerordentlichen Schwankungen der Ertragszahlen innerhalb

der Parzellen, die mit gleichem Mittel beschickt waren, weisen allein schon deutlich auf die unsichere Wirkung der Abschreckmittel hin. Wenn auch einigemale die behandelte Parzelle bedeutend besser stand wie die unbehandelte (z. B. Parzelle 7 in Reihe I und II), so ist doch in den Wiederholungen diese Differenz dann so gering oder gar nicht vorhanden (wie in Reihe IV), daß man die Unsicherheit des Mittels erkennt. Auch scheint die Lage der Parzellen mehr Einfluß auf den Befall gehabt zu haben als das Abschreckmittel.

2. Versuch. 32 Parzellen (Abb. 4). Jede Parzelle besteht aus 13 Saatreihen von 2 m Länge. Am 30. Mai mit folgenden Mitteln beschickt:

Parzelle 1 unbehandelt,
„ 2 Salz 80 g (pro Morgen also 1 Zentner),
„ 3 unbehandelt,
„ 4 Paradichlorbenzol 100 g (pro Morgen 123 Pfund),
„ 5 unbehandelt,
„ 6 Petroleumemulsion (½ Liter Petroleum, ¼ Liter Wasser, 30 g Seife). Pro Morgen 470 Liter.
„ 7 unbehandelt,
„ 8 Sublimat 0,1 % 4 Liter. (Auf den Morgen also 2500 Liter.)

Am 17. Juni war bereits recht starker Befall auf dem Felde vorhanden. Ich beurteilte die Parzellen, indem ich schätzte, ob die Zahl der gefallenen Pflanzen mehr oder weniger als 20 Pflanzen betrug, wobei sich zeigte, daß die unbehandelten Stücke kaum schlechter standen als die behandelten. Später zeigten sich ganze Reihen von Lücken, die sich durch die Parzellen etwa in der Längsrichtung des Feldes hinzogen, ohne auf „Behandelt“ oder „Unbehandelt“ Rücksicht zu nehmen.

Einen letzten Versuch, die Fliegen durch chemische Mittel von der Eiablage abzuhalten, stellte ich an, indem ich am 31. Mai auf einem Felde 10 ccm Mercaptan auf 4 Wattebäusche goß und diese dann in Entfernungen von 4 Metern unter Erdbrocken auslegte. Am 10. Juni war bereits nichts mehr vom Geruche des Mercaptans zu spüren, und das Feld war selbst in größter Nähe der getränkten Watte aufs Schwerste befallen.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß die von mir auf ihre Wirksamkeit erprobten Abschreck- und Eiabtötungsmittel bei der allein in der Praxis noch möglichen einmaligen Anwendung eine ungenügende Wirkung zeigten. Da sich die Verhältnisse noch sehr zu Ungunsten

des Mittels verschieben würden, wenn es allgemein angewandt würde, habe ich auf weitere Versuche verzichtet[1]).

[1]) Das von Westwood empfohlene Eintauchen der Saat in Salzwasser ist selbstverständlich unwirksam, da ja die Eier nicht an die Samen gelegt werden.

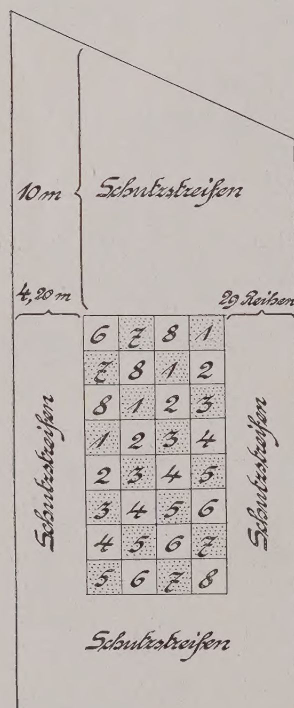


Abb. 4. Plan des Versuches zur Abtötung von Eiern und Maden. Die unbehandelten Parzellen sind punktiert worden.

Parzelle 1 unbehandelt,
,, 2 Salz,
,, 3 unbehandelt,
,, 4 Paradichlorbenzol
,, 5 unbehandelt,
,, 6 Petroleumemulsion,
,, 7 unbehandelt,
,, 8 Sublimat.

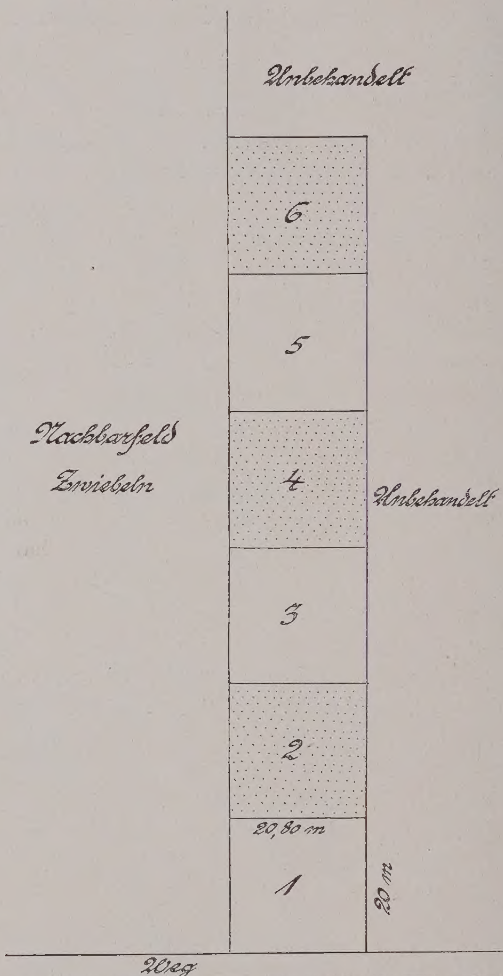


Abb. 5. Versuch mit Köderpflanzen. Die unbehandelten Parzellen sind punktiert worden.

Parzelle 1 13 Reihen Steckzwiebeln zwischen den Speisezwiebeln.
,, 2 unbehandelt.
,, 3 13 Reihen Samenzwiebeln zwischen den Speisezwiebeln.
,, 4 unbehandelt.
,, 5 13 Reihen Zwiebelhälften zwischen den Speisezwiebeln.
,, 6 unbehandelt.

(Schluß folgt.)

Berichte.

II. Krankheiten und Beschädigungen.

A) Physiologische Störungen.

1. Viruskrankheiten (Mosaik, Chlorose etc.)

Wingard, S. A. Hosts and symptoms of ring spot, a virus disease of plants. (Wirte und Symptome der Ringfleckenkrankheit, einer pflanzlichen Viruskrankheit.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 127—153, 1928.

Die Ringfleckenkrankheit ist zuerst an Tabak festgestellt und untersucht worden (Fromme, F. D., Wingard, S. A. and Priode, C. N. Rinspot of tobacco; an infectious disease of unknown cause. Phytopathology, Bd. 17, S. 321—328, 1927). Die Krankheit ist übertragbar auf 38 Gattungen (mit mehreren Arten und Varietäten), die sich auf 17 Familien verteilen. An 34 anderen Gattungen konnte keine Infektion hervorgerufen werden; hierzu gehören die Solanaceen Kartoffel, Tomate und Pfeffer. Die Inkubationszeit beträgt etwa 3 Tage. Symptome treten bei den allermeisten Arten nur an den Blättern auf, bei wenigen auch an den Stengeln und Früchten. Das Charakteristikum der Blattsymptome sind Ringe und zickzackförmige Linien; im übrigen variieren sie sehr nach der befallenen Art; darnach sind 6 Typengruppen aufgestellt, die ausführlich beschrieben werden. Die Überwinterung der Krankheit geschieht wahrscheinlich durch zweijährige und perennierende Pflanzen.

W. Müller.

2. Verwundungen und nicht parasitäre Störungen und Krankheiten.

Jones, F. R. Winter injury of alfalfa. (Winterschäden an Luzerne.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 189—211, 1928.

Winterfröste rufen an der Pfahlwurzel und dem Wurzelhals Schädigungen hervor; die anatomischen Veränderungen werden ausführlich beschrieben. Stärkere Schäden scheinen nicht nur eine Verkürzung der Lebensdauer der Pflanzen hervorzurufen, sondern auch eine geeignete Eintrittstelle für den Erreger der Welkekrankheit, das Bakterium *Aplanobacter insidiosum* L. Mc C., zu bieten.

W. Müller.

B) Parasitäre Krankheiten verursacht durch Pflanzen.

1. Durch niedere Pflanzen.

a. Bakterien, Algen und Flechten.

Brown, Nellie, A. Bacterial pocket disease of the sugar beet. (Bakterien-Pockenkrankheit der Zuckerrübe.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 155—168, 1928.

Die Auswüchse dieser Krankheit sitzen meist an der Krone; die Knötchen (1—3 cm im Durchmesser und 1 cm dick) stehen einzeln und in Gruppen zusammen oder sind verwachsen. Oft gleichen sie in ihrem Äußeren den Kronengallen; hier ist aber das Gewebe weiß, während es bei der Pockenkrankheit braun ist und Hohlräume hat, die gewöhnlich mit einer schleimigen Substanz gefüllt sind. Der Erreger ist *Bacterium beticola* (Smith, Brown, Townsend) Potebnia (früher *Bact. beticolum* genannt); es ist ein kurzes bewegliches Stäbchen, gewöhnlich zu zweien vereinigt; an beiden Enden sitzen 1—4 lange Geißeln; Größe: 0,6—2 μ lang und 0,4—0,8 μ breit. Die biologischen Eigenschaften werden ausführlich beschrieben. Die Krankheit kommt nach den bisherigen Kenntnissen nur in Böden mit viel stickstoffhaltigem Dünger vor; Bekämpfung ist daher ziemlich leicht. Der Erreger ist ein Wundparasit; er befällt scheinbar nur Zucker- und Gartenrüben. W. Müller.

Siegler, E. A. Studies on the etiology of apple crown gall. (Untersuchungen über die Apfelkrongalle.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 301—313, 1928.

Inokulationen mit *Bacterium tumefaciens* Smith und Townsend, das aus Gallen gepfropfter Apfelbäume isoliert war, waren positiv an Strauch-Margrete (*Chrysanthemum frutescens*), an Zweigen des Apfelbaumes, an Zuckerrübe und *Bryophyllum calycinum* Salisb., während an Tomate und Tabak keine ausgeprägten Gallen entstanden. Die an den Apfelzweigen erzeugten Gallen waren den sog. Luftkrongallen indentisch. Die einschlägige Literatur findet ausführliche Berücksichtigung. W. Müller.

d. Ascomyceten.

Walker, J. C. and Wellman, F. L. A survey of the resistance of subspecies of Brassica oleracea to yellows (Fusarium conglutinans). (Ein Überblick über die Resistenz der Unterarten von *Brassica oleracea* gegen die Gelbfleckigkeit.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 233—241, 1928.

Der wilde Kohl und seine kultivierten Unterarten wurden in infiziertem Boden auf ihre Resistenz gegen *Fusarium conglutinans*, der in Europa nicht vorzukommen scheint, geprüft. Der Befall der einzelnen Unterarten und Sorten war ein sehr verschiedener. Bei allen fanden sich eine mehr oder weniger große Zahl von nichtbefallenen Pflanzen, die eine Verstärkung der Sortenresistenz durch Selektion möglich erscheinen lassen. W. Müller.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Buchdruckerei, Ludwigsburg.